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 la Institución Educativa Juana Cervantes de Bolognesi - Arequipa"

Presentado por:

- Bach. Medina Mansilla, Julissa Katherine
- Bach. Viamonte Álvarez, Gabriela Salinova

Tesis para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

-AREQUIPA-

-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

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres: Oscar Vicente Viamonte Calla, Víctor Manuel Medina Ortiz, Juana Salinova Alvarez Gallegos y Leyla Lorella Mansilla Macedo; por brindarnos su cariño e impulsarnos en nuestro crecimiento profesional.

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

A nuestro asesor de tesis el Ing. Oscar Félix Chávez Vega, por su orientación en este proceso.

Al Ing. Carlos Javier Chirinos Bejarano y al Ing. Anders Ronier Rodríguez Gonzales, por su apoyo y colaboración en la elaboración de esta tesis.

A nuestros jurados: Ing. Oscar Felix Chávez Vega, Ing. Jorge Rosas Espinoza y el Ing. Olger Febres Rosado por su atención y paciencia.

A nuestra alma máter la Universidad Católica de Santa María y sus docentes que formaron parte de nuestro desarrollo profesional, compartiendo sus conocimientos.

Al Ing. Genner Villareal Castro, Ing. Ángel San Bartolomé (Q.E.P.D.), Ing. Alex Henry Palomino Ensinas, al grupo “Civil Trujillo” y al grupo “Morrison Ingenieros”, los cuales comparten desinteresada y noblemente su material académico por internet, ayudando a la formación de los nuevos profesionales.

Bach. Julissa Katherine Medina Mansilla

Bach. Gabriela Salinova Viamonte Alvarez

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por guiarme en el buen camino y por permitirme dar este paso importante en mi formación profesional.

A mi querida madre Leyla Lorella Mansilla Macedo por siempre estar presente siendo mi guía y ejemplo de fuerza y coraje para sortear las vicisitudes de la vida.

A mi padre Víctor Manuel Medina Ortiz y mi hermano Cristhian Víctor Medina Mansilla por estar presente brindándome su apoyo y su amor incondicional.

A mi tío Cesar Larry Mansilla Macedo por su paciencia, amor y comprensión; haciendo las veces de padre, amigo y guía.

A mi abuela Dora Emilia Macedo Medina por su amor y apoyo en mi formación.

A Víctor Javier por su apoyo y comprensión en momentos de necesidad.

Bach. Julissa Katherine Medina Mansilla

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

A mi hijo, Santiago Vicente Mamani Viamonte, porque con su llegada lleno de alegría mi hogar y es nuestro impulso para esforzarnos y mejorar cada día.

A mi padre, Oscar Vicente Viamonte Calla, a mi madre, Juana Salinova Alvarez Gallegos por brindarme tanto amor, amistad y comprensión.

A mis abuelos maternos Francisco y Alvina; y paternos Jose Eleodoro y Julia por ser un ejemplo de perseverancia y constancia.

A mis hermanos Diana Lucia y Alejandro que sin su apoyo no hubiera sido posible realizar este sueño.

A Paulo Cesar por su apoyo y comprensión en los momentos más difíciles.

Bach. Gabriela Salinova Viamonte Alvarez

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI - AREQUIPA"

RESUMEN

El presente tema de Tesis se configura dentro de la rama de estructuras, consiste en el análisis y diseño estructural de una edificación de concreto armado, destinada a una institución educativa.

La Institución Educativa – "Juana Cervantes de Bolognesi – Arequipa" compuesto principalmente 06 Pabellones, 01 de uso administrativo y los 05 restantes de alumnado, 01 piscina, sum, 01 polideportivo, cafetería y dos ambientes destinados para servicios higiénicos, además de una caseta de control. Para una adecuada circulación la infraestructura del Colegio cuenta con pasadizos que interconectan todos los pabellones y con veredas de circulación interior y exterior, con el fin de corresponder a la accesibilidad por la naturaleza del servicio. Para su circulación vertical cuenta con escaleras en su mayoría, dos ascensores: el primero situado en el ingreso secundario de estudiantes; en proyección transversal al pabellón administrativo y el segundo entre los pabellones de aulas, convenientemente ubicados para abastecer a la población estudiantil. También cuenta con rampas para la obtención de una adecuada circulación. Adicionalmente la infraestructura del Colegio cuenta con áreas verdes las cuales son reservadas para césped y jardines. El área de terreno total es de 14,784.39 m2.

Está ubicada en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito de Arequipa; se proyecta sobre un terreno con una topografía llana teniendo pequeñas áreas de terreno con pendientes pronunciadas que se encuentran en la parte posterior del colegio. Al tener proximidad al rio Chili, el tipo de suelo se encuentra en terrazas aluviales que dejaron depósitos de cantos rodados bolonerías, bolones en la profundidad y superficialmente suelo más liviano de arenas y limos-arcillas de poca profundidad.

Por la zona de ubicación se considera una capacidad portante con valores promedio entre de 2.22 kgf/cm2 y 2.9kgf/cm2, dependiendo de la ubicación de la estructura. La profundidad de cimentación varía en función al tipo de edificación y suelo, teniendo una profundidad máxima de 1.50 m.

En cuanto al análisis y diseño estructural se hará de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, en base a las normas siguientes: "E-020: Cargas", "E-030: Diseño Sismoresistente" (vigente desde el año 2015) y "E-050: Suelos y Cimentaciones".

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 diseño estructural se efectuará para el máximo efecto de las cargas sobre cada uno de los elementos empleando las combinaciones y los esfuerzos permisibles de las especificaciones de la Norma Peruana, además se usará el valor máximo de las combinaciones de carga que señala el mismo.

Se modela todos los elementos estructurales de las estructuras utilizando el programa de cómputo ETABS VERSIÓN 9.7.4 que permite trabajar con elementos tipo pórtico tridimensional considerando además la opción del diafragma rígido para el análisis estático y/o dinámico.

También se hará uso de los programas de cómputo SAFE V12, SAP 2000 y CSI COLUMN, con el fin de complementar nuestro análisis y diseño.

Por último, se calculará el costo y presupuesto de obra utilizando el software S10 así como la programación de obra utilizando el MS PROJECT.

Palabras clave: Análisis, Albañilería, Capacidad portante, Concreto Armado, Diafragma rígido, Diseño, Elementos Estructurales.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

"STRUCTURAL ANALYSIS AND DESIGN OF EDUCATIONAL INSTITUTION JUANA CERVANTES OF BOLOGNESI - AREQUIPA"

ABSTRACT

The thesis topic is set within the branch structure consists of structural analysis and design of reinforced concrete building aimed at an educational institution.

The Educational Institution - "Juana Cervantes of Bolognesi - Arequipa" composed mainly 06 pavilions, 01 administrative use and the remaining 05 students 01 pool, sum 01 sports center, cafeteria and two rooms designed for toilets, plus a shed control. For proper circulation infrastructure College it has passageways interconnecting all the pavilions and sidewalks interior and exterior circulation, in order to correspond to accessibility by the nature of the service. For vertical circulation has mostly stairs, two elevators: one located on the secondary income students; projection cross the administrative pavilion and the second between the pavilions of classrooms, conveniently located to cater to the student population. It also has ramps for obtaining adequate circulation. Additionally infrastructure College has green areas which are reserved for lawns and gardens. The total land area is 14,784.39 m2.

It's located in the city of Arequipa, province of Arequipa, district of Arequipa. It's projected on a land with a flat topography having small areas of land with steep slopes that are at the back of the school. Having proximity to the river Chili, soil type is alluvial terraces that left deposits of boulders bolonerías, boulders in surface soil depth and lighter sand and silt-clay shallow.

For this location is considered a carrying capacity with average values between 2.22 kgf / cm2 and 2.9kgf / cm2, depending on the location of the structure. The foundation depth varies according to the type of building and land, with a maximum depth of 1.50 m.

For the structural analysis and design will be done according to the National Building Regulations, based on the following standards: "E-020: Charges", "E-030: Design seismoresistant" (in force since 2015) and "E -050: Soils and Foundations ".

The structural design is made for maximum effect of the loads on each one of these elements and combinations using allowable stress of the specifications of the Peruvian's standards, the maximum value of the load combinations pointing it will be used.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

It will modele all structural elements of the structures using the computer program ETABS Version 9.7.4 that allows to work with three-dimensional like a pórtico. Also considering the option of rigid diaphragm for static analysis and/or dynamic.

Also, It will use computer programs like SAFE V12, SAP 2000 and CSI COLUMN, with the purpose of complement our analysis and design.

Finally, It will calculate the cost and the Budget of the project using the software S10 and programming work using the software MS PROJECT.

Keys words: Analysis, Masonry, Carrying Capacity, Reinforced concrete, Rigid Diaphragm, Design , Structural Elements.

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 I 1

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN 1

1.1. Aspectos Generales 1

1.2. Objetivos de la Tesis 3

1.3. Organización de la Tesis 4

CAPITULO II 6

CONDICIONES DEL LUGAR 6

2.1. Sismicidad 6

2.2. Microzonificación 8

2.3. Clima 9

2.4. Condiciones del Suelo 9

2.5. Infraestructura existente 11

CAPITULO III 13

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA 13

3.1. Tipo de estructura y uso 13

3.2. Análisis arquitectónico 13

CAPÍTULO IV 20

ASPECTOS GENERALES 20

4.1. Cargas de Diseño 20

4.2. Método de Diseño 26

4.3. Materiales empleados 28

4.4. Normas empleadas 31

CAPÍTULO V 33

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ESTRUCTURACIÓN 33

5.1. Definición de Estructuración. 33

5.2. Criterios de Estructuración 33

5.3. Objetivos de Estructuración. 35

5.4. Ejemplo de estructuración. 35

5.5. Planteamiento estructural 36

CAPITULO VI 44

PREDIMENSIONAMIENTO 44

6.1. Definición de Pre dimensionamiento. 44

6.2. Objetivos de Pre dimensionamiento. 44

6.3. Pre dimensionamiento de Losas Aligeradas 44

6.4. Pre dimensionamiento de Losas Macizas 46

6.5. Pre dimensionamiento de Vigas 47

6.6. Pre dimensionamiento de Columnas 47

6.7. Pre dimensionamiento de Placas 48

6.8. Pre dimensionamiento de Muros confinados 49

6.9. Pre dimensionamiento de Muros de Contención 50

6.10. Pre dimensionamiento del Ascensor 51

6.11. Pre dimensionamiento de Escaleras 53

6.12. Pre dimensionamiento de cisterna 55

CAPITULO VII 57

ANÁLISIS SÍSMICO 57

7.1. Introducción 57

7.2. Modelo Estructural 57

7.3. Parámetros de Sitio 59

7.4. Parámetros Estructurales 61

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

7.5. Verificación del sistema estructural 71

7.6. Análisis Estático 72

7.7. Análisis Dinámico 73

7.8. Análisis de resultados 76

CAPITULO VIII 109

DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS 109

8.1. Concepto 109

8.2. Consideraciones de diseño 109

8.3. Ejemplo de diseño. 111

CAPITULO IX 116

DISEÑO DE LOSAS MACIZAS 116

9.1. Concepto 116

9.2. Consideraciones de diseño 116

9.3. Ejemplo de diseño 116

CAPITULO X 117

DISEÑO DE VIGAS 117

10.1. Concepto. 117

10.2. Consideraciones de diseño 117

10.3. Diseño por Flexión 117

10.4. Diseño por corte 118

10.5. Deflexiones 121

10.6. Desarrollo del refuerzo longitudinal 121

10.7. Empalmes traslapados para vigas 124

10.8. Doblado de estribos en vigas 125

10.9. Ejemplo de diseño 126

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 XI 134

DISEÑO DE COLUMNAS 134

11.1. Concepto 134

11.2. Consideraciones de diseño 134

11.3. Ejemplo de diseño. 142

CAPITULO XII 149

DISEÑO DE PLACAS 149

12.1. Concepto. 149

12.2. Esbeltez del muro: 149

12.3. Acero preliminar 150

12.4. Diseño por flexo compresión 150

12.5. Refuerzo Vertical: 153

12.6. Diseño por corte: 153

12.7. Ejemplo de diseño 155

CAPITULO XIII 160

DISEÑO DE MUROS CONFINADOS 160

12.8. Concepto. 160

12.9. Consideraciones de diseño 160

12.10. Diseño de la albañilería confinada 162

12.11. Ejemplo de diseño 164

CAPITULO XIV 169

DISEÑO DE CIMENTACION 169

13.1. Concepto 169

13.2. Consideraciones de diseño 169

13.3. Ejemplo de diseño 175

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 XV 182

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCION 182

14.1. Concepto 182

14.2. Consideraciones de diseño 182

14.3. Procedimiento de diseño de un muro en voladizo 184

14.4. Ejemplo de diseño 188

CAPITULO XVI 194

DISEÑO DE PISCINA Y POLIDEPORTIVO 194

15.1. Concepto 194

15.2. Diseño la piscina 194

15.3. Diseño de cisterna 196

15.4. Diseño de cuarto de máquinas 201

15.5. Diseño de graderías 203

15.6. Diseño de losa deportiva 204

CAPITULO XVII 205

DISEÑO DE OBRAS ADICIONALES 205

16.1. Concepto 205

16.2. Diseño de Caja de ascensor 205

16.3. Caseta de control 206

16.4. Puente de interconexión de pabellones 207

16.5. Cafetería y Servicios Higiénicos 207

CAPITULO XVIII 208

DISEÑO DE ESCALERAS Y RAMPAS 208

17.1. Concepto. 208

17.2. Consideraciones de diseño 208

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

17.3. Ejemplo de diseño de una escalera 209

CAPITULO XIX 213

DISEÑO DE ELEMENTOS SECUNDARIOS 213

18.1. Concepto 213

18.2. Diseño de patio 213

18.3. Mesa de laboratorios 215

18.4. Bancas de concreto corrido 216

18.5. Veredas 217

CAPITULO XX 218

DISEÑO DE MUROS NO PORTANTES 218

19.1. Concepto 218

19.2. Consideraciones de diseño 218

19.3. Diseño de alféizar 220

19.4. Diseño de tabiques 223

19.5. Diseño del cerco perimétrico 224

CAPITULO XXI 227

PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA 227

20.1. Costos y Presupuesto 227

20.2. Programación de Obra 230

CONCLUSIONES 232

RECOMENDACIONES 235

BIBLIOGRAFÍA 236

LISTA DE PLANOS 239

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 FIGURAS

Figura 1 – Placa de Nazca y placas de Sudamérica (Fuente:" Geodinámica, sismicidad, energía sísmica en el Perú"-Hernando Tavera, 2002) 6
Figura 2 – Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas (Fuente: UNI-FIC) 7
Figura 3 – Mapa de zonificación sísmica del Perú (Fuente: RNE - E 030, 2014) 8
Figura 4 – Ubicación de calicatas (Fuente: Estudios de Mecánica de Suelos)..... 10
Figura 5 – Distribución de edificaciones (Fuente: Planos de arquitectura)..... 18
Figura 6 – Mapa eólico del Perú (Fuente: RNE - E 020) 25
Figura 7 – Curva esfuerzo-deformación del acero (Fuente: "Diseño de estructuras de concreto armado" – Teodoro E- Harmsen)..... 28
Figura 8- Idealización de la curva esfuerzo deformación del acero asumido por el código ACI (Fuente: "Diseño de estructuras de concreto armado" – Teodoro E. Harmsen) 29
Figura 9 – Curva esfuerzo – deformación del concreto (Fuente: Diseño en concreto armado – Roberto Morales Morales)..... 29
Figura 10 – Estructuración Pabellón 01 (Fuente: propia)..... 37
Figura 11 – Estructuración Pabellón 2, 3, 4, y 5 (Fuente: propia)..... 38
Figura 12 – Estructuración Pabellón 06 (Fuente: propia)..... 39
Figura 13 – Estructuración Talleres (Fuente: propia)..... 39
Figura 14 – Estructuración SUM + Foyer (Fuente: propia) 40
Figura 15 – Estructuración Polideportivo (Fuente: propia)..... 41
Figura 16 – Estructuración Piscina (Fuente: propia) 42
Figura 17 – Estructuración Servicios Higiénicos (Fuente: propia) 43
Figura 18 – Estructuración Cafetería (Fuente: propia)..... 43
Figura 19 – Aligerado unidireccional (Fuente: "Análisis de edificios"- Ángel San Bartolomé)..... 45
Figura 20. Flujograma para pre dimensionamiento de placas (Fuente: propia) 49
Figura 21 – Dimensiones aproximadas para muro en voladizo (Fuente: "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones – Braja M. Das)..... 51
Figura 22 – Pre dimensionamiento muro de contención (Fuente: propia) 51
Figura 23 – Pre dimensionamiento ascensor y cuarto de máquinas – Vista en planta (Fuente: propia) 53
Figura 24- Pre dimensionamiento ascensor 01 – Vista en elevación (Fuente: propia) .. 53
Figura 25. Sección típica escalera (Fuente: "Diseño en concreto armado" – Roberto Morales Morales)..... 55
Figura 26. Pre dimensionamiento cisterna – Vista en planta (Fuente: propia)..... 56
Figura 27 – Periodo de vibración (Fuente – ""Seminario de actualización de la norma técnica E 030" – Daniel Quin..... 61
Figura 28 – Forma del espectro de diseño (Fuente: RNE – E 030, 2009 adaptado) 61
Figura 29 – Irregularidad piso blando (Fuente: "Seminario de actualización de la norma técnica E 030" – Alejandro Muñoz Pelaez)..... 63
Figura 30 – Irregularidad de geometría vertical (Fuente: "Seminario de actualización de la norma técnica E 030" – Alejandro Muñoz Pelaez) 64
Figura 31 – Irregularidad de discontinuidad de sistemas resistentes..... 65
Figura 32 – Irregularidad torsional..... 65
Figura 33 – Irregularidad esquinas entrantes..... 66
Figura 34 – Clasificación de sistemas estructurales 72

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 35 – Cortante absorbida por columnas y muros 72
Figura 36 – Distribución de la fuerza sísmica en altura (Fuente: propia) 73
Figura 37 – Espectro de pseudoaceleraciones para diferentes sistemas estructurales (Fuente: propia) 75
Figura 38 – Modelo estructural de Pabellón 1 - Módulo 1 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 77
Figura 39 – Gráficas de modos Pabellón 1 – Módulo 1 (Fuente: propia) 78
Figura 40 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 01 – Módulo 01 (Fuente: propia) 79
Figura 41 - Modelo estructural de Pabellón 1 - Módulo 2 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 81
Figura 42 – Gráficas de modos Pabellón 1 – Módulo 2 (Fuente: propia) 82
Figura 43 – Gráfica de desplazamientos (Fuente: propia) 82
Figura 44 - Modelo estructural de Pabellón 1 - Módulo 3 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 84
Figura 45 – Gráficas de modos Pabellón 1- Módulo 3 (Fuente: propia) 85
Figura 46 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 1 – Módulo 3 (Fuente: propia) 86
Figura 47 - Modelo estructural de Pabellón 2,3 ,4 y 5 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 88
Figura 48 – Gráficas de modos Pabellón 2, 3, 4 y 5 (Fuente: propia) 88
Figura 49 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 2, 3,4 y 5 (Fuente: propia) 89
Figura 50 - Modelo estructural de Pabellón 6 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 91
Figura 51- Gráficas de modos Pabellón 6 (Fuente: propia) 92
Figura 52 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 6 (Fuente: propia) 92
Figura 53- Modelo estructural de Talleres con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 94
Figura 54- Gráficas de modos Talleres (Fuente: propia) 95
Figura 55 – Gráfica de desplazamiento Talleres (Fuente: propia) 95
Figura 56 - Modelo estructural de Cafetería con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 97
Figura 57 – Gráficas de modos Cafetería (Fuente: propia) 98
Figura 58 – Gráfica de desplazamiento Cafetería (Fuente: propia) 98
Figura 59 - Modelo estructural de SS.HH 1 y 2 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 100
Figura 60 – Gráfica de modos SS.HH 1 y 2 (Fuente: propia) 101
Figura 61 – Gráfica de desplazamiento SS.HH. 1 y 2 (Fuente: propia) 102
Figura 62 - Modelo estructural de Foyer con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 103
Figura 63 – Gráficas de modos Foyer (Fuente: propia) 104
Figura 64 – Gráfica de desplazamiento (Fuente: propia) 105
Figura 65 - Modelo estructural de piscina y polideportivo con el programa SAP2000 – Vista 3D (Fuente: propia) 107
Figura 66 – Gráficas de modos Piscina y polideportivo (Fuente: propia) 107
Figura 67 – Gráfica de desplazamiento Piscina y Polideportivo (Fuente: propia) 108
Figura 68 – Geometría de una losa aligerada (Fuente: “Apuntes del curso de concreto armado I” – Gian Franco Ottazzi) 109
Figura 69 – Detalles en planta y elevación del corte de refuerzo de losa aligerada (Fuente: propia) 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

Figura 70 – Armado de losa aligerada Pabellón 06, acero longitudinal (Fuente: propia) 115
Figura 71- Geometría de losa maciza 116
Figura 72 – Distribución de deformaciones por fallas (Fuente: "Diseño de estructuras de concreto armado – Teodoro Harmsen) 118
Figura 73 – Distribución del refuerzo transversal de vigas (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco) 120
Figura 74 – Fuerza cortante de diseño en vigas (Fuente: RNE E 060) 121
Figura 75 – Requisitos para vigas que resisten sismo (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco) 123
Figura 76 – Detalle del desarrollo dentro de las columnas para vigas chatas y peraltadas 123
Figura 77 – Desarrollo del refuerzo (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco) 124
Figura 78 – Empalmes traslapados en vigas 125
Figura 79 – Detalle del gancho estándar de refuerzo longitudinal (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco) 125
Figura 80 - Detalle del gancho estándar de refuerzo transversal 125
Figura 81 – Área tributaria de vigas paralelas al armado del aligerado (Fuente: "Análisis de edificios" – Ángel San Bartolomé) 131
Figura 82 – Armado de viga principal Pabellón 6, acero longitudinal y estribos (Fuente: propia) 133
Figura 83 – Diagrama de interacción (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado" – Antonio Blanco Blasco) 134
Figura 84 – Requerimientos de estribos en columnas (Fuente: RNE E 060) 140
Figura 85 – Distribución acero en columnas (Fuente: RNE E 060) 141
Figura 86 – Diseño por corte en columnas (Fuente: RNE E 060) 142
Figura 87 – Detalle de empalme en columnas 142
Figura 88 – Diagrama de interacción de columnas perimetral en la dirección X-X Pabellón 6 (Fuente: propia) 144
Figura 89 - Diagrama de interacción de columnas perimetral en la dirección Y-Y Pabellón 6 (Fuente: propia) 145
Figura 90 – Cargas actuantes sobre muros de corte 149
Figura 91 – Falla por flexión, tracción diagonal y deslizamiento (Fuente: Blanco Blasco) 149
Figura 92 – Elementos confinados de borde de muros (Fuente: RNE E 060) 151
Figura 93 – Armado de acero de placa Pabellón 06 (Fuente: propia) 157
Figura 94 – Diagrama de interacción de placa en la dirección X-X Pabellón 6 (Fuente: propia) 157
Figura 95 - Diagrama de interacción de placa en la dirección Y-Y Pabellón 6 (Fuente: propia) 158
Figura 96 – Armado detallado de placa: acero longitudinal, transversal y en elementos de bode (Fuente: propia) 159
Figura 97 – Muros confinados Pabellón 6 – Vista en planta (Fuente: propia) 165
Figura 98 – Armado y ubicación de columnas confinantes de muro portante de Pabellón 6 (Fuente: propia) 168
Figura 99 – Flujograma de tipo de cimentación (Fuente: propia) 169
Figura 100 – Sección transversal de zapata (Fuente: "Concreto Armado" - UNI) 170
Figura 101 – Esfuerzo del suelo en caso 1 (Fuente: propia) 171

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 102 – Punzonamiento (Fuente: propia) 172
Figura 103 – Corte por flexión (Fuente: propia) 173
Figura 104 . Flexión (Fuente: propia)..... 173
Figura 105 – Acero adicional “Dowels” por corte por fricción (Fuente: propia)..... 174
Figura 106 – Acero adicional “Dowells” por aplastamiento (Fuente: propia) 175
Figura 107 – Punzonamiento en zapata Pabellón 6 en programa SAFE (Fuente: propia) 180
Figura 108 – Armado de zapata Pabellón 6 (Fuente: propia)..... 181
Figura 109 - Tipos de falla en muros en voladizo (Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones – Braja M. Das) 182
Figura 110 – Flujograma para diseño de muros de contención (Fuente: propia)..... 183
Figura 111 – Diagrama de fuerzas actuante en la cuña activa en condiciones estáticas (Fuente: propia) 185
Figura 112. Revisión de falla por capacidad de carga (Fuente: propia)..... 186
Figura 113 - Diagrama de fuerzas actuante en la cuña activa en condiciones dinámicas (Fuente: propia) 186
Figura 114 - Fuerzas distribuidas actuante sobre el muro en voladizo (Fuente: propia) 189
Figura 115 - Diseño de pantalla (Fuente: propia)..... 191
Figura 116 - Diseño de zapata (Fuente: propia) 192
Figura 117 - Armado de muro en voladizo, acero longitudinal y transversal en pantalla y zapata (Fuente: propia) 193
Figura 118 - Armado de piscina, acero longitudinal y transversal (Fuente: propia).... 196
Figura 119 - Armado de cisterna, acero longitudinal y transversal - caso 01 y 02 (Fuente: propia) 200
Figura 120 - Armado de losa maciza superior de cuarto de máquinas (Fuente: propia) 202
Figura 121 – Vista en elevación de gradería de polideportivo (Fuente: propia)..... 203
Figura 122 -. Armado de tramo 01 de graderías de Polideportivo – Vista en elevación (Fuente: propia) 204
Figura 123 - Armado de tramo 02 de graderías de Polideportivo – Vista en elevación (Fuente: propia) 204
Figura 124 – Modelado de ascensor 1 en programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia) 205
Figura 125 - Armado de ascensor típico, acero longitudinal y transversal (Fuente: propia)..... 206
Figura 126 - Detalles de estructuras de caseta de control (Fuente: propia)..... 207
Figura 127 - Sección de una escalera (Fuente: “Diseño de Estructuras de Concreto Armado” – Teodoro Harmsen)..... 208
Figura 128 - Escalera típica – Vista en elevación (Fuente: propia)..... 209
Figura 129 - Armado de escalera típica, acero longitudinal y transversal (Fuente: propia) 212
Figura 130 - Carga puntual en arista de losa (Fuente: Vias de comunicación – Ing. Carlos Crespo Villalaz) 213
Figura 131 – Detalle de losa de patio (Fuente: propia) 215
Figura 132 - Detalle de mesa de concreto (Fuente: propia) 216
Figura 133 - Vista en planta de banca de concreto corrido (Fuente: propia) 216
Figura 134 – Detalle de refuerzo de banca de concreto corrido (Fuente: propia)..... 217

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 135 – Casos de confinamiento de alféizar (Fuente: “Comentarios de la norma E 070 Albañilería” – Ángel San Bartolomé) 219
Figura 136 - Distribución de columneta CL1 y cargas actuantes (Fuente: propia)..... 221
Figura 137 - Armado de columneta de alféizar CL1 (Fuente: propia) 222
Figura 138 – Armado de columneta de alféizar CL2 (Fuente: propia) 222
Figura 139 - Distribución de columneta CL2 (Fuente: propia)..... 223
Figura 140 - Distribución de columneta CL3 en muro divisorio (Fuente: propia)..... 224
Figura 141 - Armado de columneta CL3 de tabiques (Fuente: propia)..... 224
Figura 142 - Vista en Elevación de cerco perimétrico tramo E-A (Fuente: propia) 225
Figura 143 - Detalle de refuerzo y distribución de columnetas de cerco perimétrico (Fuente: propia) 226
Figura 144 - Flujograma para presupuesto de un proyecto (Fuente: Capeco)..... 227

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

Tabla 1. Límites y colindancias 2
Tabla 2. Distribución de calicatas en el proyecto. (Fuente: EMS) 9
Tabla 3. Propiedades del suelo por calicatas (Fuente: EMS) 10
Tabla 4. Propiedades para módulos de 02 pisos (Fuente: EMS) 11
Tabla 5. Propiedades para módulos de 01 piso (Fuente: EMS) 11
Tabla 6. Distribución Pabellón 01 (Fuente: propia) 14
Tabla 7. Área construida por edificación (Fuente: propia) 17
Tabla 8. Características de edificaciones (Fuente: propia) 19
Tabla 9. Peso propio (Fuente: Norma E-020) 21
Tabla 10. Pesos Unitarios (Fuente: Norma E-020) 21
Tabla 11. Cargas Vivas (Fuente: Norma E-020) 22
Tabla 12. Factores de Forma “C” (Fuente: Norma E-020) 24
Tabla 13. Aberturas (Fuente: Norma E-020) 24
Tabla 14. Esfuerzo de fluencia para distintas calidades del acero. (Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Amado –Teodoro E. Harmsen) 29
Tabla 15. Propiedades de albañilería (Fuente: E070) 31
Tabla 16. Espesor mínimo losa en una dirección (Fuente: Norma E-060) 46
Tabla 17.Espesor mínimo losa de dos direcciones (Fuente: Norma E-060) 46
Tabla 18 Método practico columna (Fuente: Propia) 48
Tabla 19. Cálculo de dotación (Fuente: Propia) 56
Tabla 20. Tabla para determinar el factor “Z” (Fuente: Norma E-030) 59
Tabla 21. Tabla para determinar el factor “S” (Fuente: Norma E-030) 60
Tabla 22. Tabla para determinar el periodo “T_P” y “T_L” (Fuente: Norma E-030) 60
Tabla 23. Tabla para determinar el coeficiente “CT” (Fuente: Norma E-030) 60
Tabla 24. Tabla para determinar el factor U (Fuente: Norma E-030) 62
Tabla 25. *Tabla para determinar el coeficiente de reducción Ro (Fuente: Norma E-030)* 70
Tabla 26. *Cuadro Resumen de Irregularidades (Fuente: Propia)* 71
Tabla 27. Categoría y regularidad de las edificaciones (Fuente: E0.30 del R.N.E.) 71
Tabla 28. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso 76
Tabla 29. Cuantía para refuerzo por cambios volumétricos 111
Tabla 30. Longitud de desarrollo de barras de tracción (Fuente: E-060) 122
Tabla 31. Factor de modificación de las longitudes de desarrollo (Fuente: E-060) 122
Tabla 32. Longitudes de desarrollo y de gancho estándar (Fuente: E-060) 123
Tabla 33. Empalmes por traslape en tracción (Fuente: Norma. E.060) 124
Tabla 34. Calculo de fuerzas internas para columnas de confinamiento (Norma E: 070) 163
Tabla 35. Peso propio de la zapata (Fuente: Concreto Armado - UNI) 170
Tabla 36 Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a” (Fuente: Norma E 070) 219
Tabla 37. Momento resistente por cara y resistencia al corte (Fuente: Propia) 219

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 I

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos Generales

1.1.1. Descripción del Proyecto

1.1.1.1. Ubicación

Dirección	:	Av. La Marina
Localidad	:	Cercado Urbano
Distrito	:	Arequipa
Provincia	:	Arequipa
Departamento	:	Arequipa

1.1.1.2. Accesos

Existe un ingreso principal y tres ingresos secundarios detallados a continuación:

- El ingreso principal se da a través de un hall con recepción y espera dando acceso al pabellón administrativo.
- El acceso secundario 01: Se ingresa por la Avenida La Marina para la zona educativa; en este se ubica la caseta de control en el ingreso.
- El acceso secundario 02: Es un acceso alejado de la zona educativa, donde se tendrá acceso a edificios de servicios externos destinados al SUM; acceso al Polideportivo y Piscina.
- El acceso secundario 03: Se da través de la calle Gómez Sánchez, desde el cual se tiene un acceso directo al Polideportivo y la Piscina.

1.1.1.3. Descripción del Terreno

La institución educativa se proyecta sobre un terreno con una topografía llana teniendo pequeñas áreas de terreno con pendientes pronunciadas que se encuentran en la parte posterior del colegio. El área del terreno es de 14,784.39 m2 y su perímetro es de 499.93 m, descrito 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

LIMITES Y COLINDANCIAS EN LA I.E. JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI		
LIMITE	**COLINDANCIA**	**MEDIDA (m)**
NORTE	Propiedad de Terceros	91.46
SUR	Propiedad de Terceros	104.18
ESTE	Propiedad de Terceros	143.52
OESTE	Av. La Marina	160.77
	PERIMETRO (m)	**499.93**

Tabla 1. Límites y colindancias

Se toma en consideración para el diseño una población estudiantil de 880 alumnas (señoritas) en el nivel secundario de menores, dicho nivel funciona en el turno de la mañana.

1.1.1.4. Distribución de la infraestructura del Colegio

A. Zona Académica

- 05 pabellones educativos de dos niveles, 04 de ellos cuentan con 08 aulas (cuatro en cada nivel) y 01, con 04 aulas (dos en cada nivel), suficientes para abastecer la demanda estudiantil.
- 01 pabellón de talleres de dos niveles con 02 aulas (una en cada nivel).
- SUM (Pabellón de Servicios de Usos Múltiples) distribuido en las siguientes áreas: área de recepción, Foyer, 02 depósitos (uno para los vestidores), SS.HH para hombre y mujer, SS.HH. de uso mixto, área de reuniones y exposición, estrado, vestidores.
- 02 SS.HH. para profesores varones, mujeres y discapacitados, ubicados en los patios 01 y 02 respectivamente.

B. Zona Administrativa

- 01 pabellón principal de uso administrativo frente a la Avenida La Marina compuesto por tres niveles en un terreno con un área de 800.02 m2, compuesto por 03 edificios de 03 pisos cada uno, siendo el del medio en el que se sitúa la escalera.

C. Zona Recreativa

- Polideportivo compuesto por graderías de 7 peldaños en los lados laterales y de 5 peldaños en los extremos y una losa deportiva de 18.00 x 30.00 m. una cobertura metálica.
- Piscina compuesta por una piscina semi olímpica de 12.50 x 25.00 m de recirculación, un cuarto de máquinas, vestidores para hombres y mujeres con

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SS.HH. en su interior, SS. HH. para hombre y mujer, SS.HH. para discapacitados, graderías de 03 peldaños, depósito y área de recepción.

D. Áreas de circulación

- Escaleras en los 05 pabellones de dos pisos y 01 de tres pisos en el pabellón administrativo.
- Dos ascensores para una circulación vertical preferencial de discapacitados, uno para uso del pabellón administrativo y el segundo pabellón educativo y otro ubicado en el patio 01 para uso de pabellones educativos.
- Corredor central

E. Estructuras adicionales

- SS.HH. 01 y 02
- Cafetería

F. Cerco Perimétrico

1.2. Objetivos de la Tesis

1.2.1. Objetivo Principal

- Desarrollar el análisis y diseño estructural de la Institución Educativa – "Juana Cervantes de Bolognesi – Arequipa" ubicado en el distrito de Cercado en la ciudad de Arequipa.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Se realizará el diseño de toda estructura de concreto armado considerando lo siguiente:
  - Norma E-060 "Concreto armado"
  - Norma E-030 "Diseño Sismorresistente" reformulada en el 2014 para el análisis Sismorresistente.
- Se realizará el diseño de todas las estructuras de albañilería portantes considerando lo siguiente:
  - Norma E-070 "Albañilería"
- Pre dimensionamiento de los diferentes elementos estructurales que conforman la infraestructura.
- Modelado de la estructura con uso de los programas o software: ETABS VERSIÓN 9.7.4. y SAP2000 v.18.
- Diseño y cálculo estructural de los elementos estructural de todos los edificios que conforman la institución educativa.

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 de estructuras secundarias como son: SS.HH. caseta de control, ascensor, corredor central etc.
- Diseño de elementos secundarios aquellos elementos de concreto que complementen la infraestructura como: estrado de honor, losas de patio, veredas, mesas y bancas de concreto.
- Análisis Sísmico Dinámico Espectral considerando modos de vibración y validación de la estructura.
- Diseño de elemento no estructurales que se planteen en la edificación.
- Proyectar los diferentes diseños en planos de estructuras con uso del software AUTOCAD.
- Cálculo del presupuesto y duración del proyecto en "casco gris" con uso del software S10 y MSPROJECT, respectivamente.

1.3. Organización de la Tesis

Esta tesis consta de cuatro partes que contemplan los XXII capítulos divididos de la siguiente manera:

Parte I – Investigación

- **Capítulo I: Generalidades de la investigación**

  En la cual se presentan una breve descripción, objetivos generales y específicos; y la organización con la cual se desarrollará el presente proyecto.

- **Capítulo II: Condiciones del lugar**

  Se investigará sobre las condiciones del lugar de la habilitación tomándose en cuenta los aspectos como sismo, tipo de suelo, clima y una breve descripción de la infraestructura existente.

- **Capítulo III: Descripción Arquitectónica**

  Con los planos de arquitectura del proyecto procedemos al análisis de ambientes cada edificación, desarrollándose diversos puntos como: tipo, uso y circulación de la edificación.

- **Capítulo IV: Aspectos generales**

  Hacemos énfasis en los materiales, cargas y normas y el método de diseño con el que trabajaremos.

Parte II - Análisis

- **Capítulo V: Estructuración**

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tomando aspectos como simplicidad, uniformidad, continuidad y otros que se describen en el presente capítulo se procede a estructuración de cada edificación.

- **Capítulo VI: Pre dimensionamiento**

  Basándonos en la estructuración ya desarrollada procedemos con el dimensionamiento de cada elemento que aporte rigidez y soportan cargas.

- **Capítulo VII: Análisis sísmico**

  Con la norma E 030 obtenemos los parámetros estructurales y de sitios de cada edificación y realizamos el análisis sísmico estático y dinámico para el control de derivas y verificación del factor de reducción.

Parte III - Diseño

- **Capítulo VIII - Capítulo XX**

  En estos capítulos se diseñan los elementos estructurales, no estructurales y algunos elementos secundarios que componen cada edificación.

Parte IV - Planeamiento de obra

- **Capítulo XXI: Presupuesto y programación de obra**

  Corresponde al presupuesto y programación del casco de toda la obra.

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

CONDICIONES DEL LUGAR

2.1. Sismicidad

Desde su origen, la Tierra se encuentra en constante evolución debido a que es afectada en su interior y exterior por diferentes procesos físicos y químicos. La Tierra está dividida internamente en tres capas concéntricas conocidas como Litosfera, Astenósfera y Mesosfera, y desde el punto de vista sismológico en Corteza, Manto y Núcleo. La capa externa y por ende la más dinámica es la Corteza, la misma que está conformada por una docena de placas rígidas de forma esférica cuyo espesor varía entre 10 km para la corteza oceánica hasta 70 km para la corteza continental. Cada una de estas placas se encuentra en constante movimiento dando origen a diversos procesos tectónicos. La Sismicidad es el estudio de los sismos que ocurren en algún lugar específico. Un lugar puede tener alta o baja sismicidad, lo que tiene relación con la frecuencia con que ocurren sismos en ese lugar.

En Perú la interacción de la placa de Nazca y la Sudamericana, es el principal proceso tectónico. Este proceso ha dado origen a una importante actividad volcánica y sísmica en nuestro país produciendo un gran número de sismos de diferentes magnitudes a diferentes niveles de profundidad lo cual nos hace una de las zonas sísmicas más activas de la tierra denominada Anillo de fuego del pacifico o Circunpacífico.

Figura 1 – Placa de Nazca y placas de Sudamérica (Fuente:" Geodinámica, sismicidad, energía sísmica en el Perú"- Hernando Tavera, 2002)

Según los antecedentes históricos, en Arequipa existe una intensa actividad sísmica, teniéndose noticias de sismos ocurridos desde la época incaica a través de informaciones recogidas por cronistas e historiadores. Así tenemos que:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Entre los años 1471 a 1490, en la época del inca Túpac Yupanqui, ocurrió un terremoto que destruyó el primitivo asiento de la ciudad de Arequipa. Hubo erupción del volcán Misti (Silgado, 1978).

- En enero de 1600 se produce la erupción del volcán Huaynaputina, dejando en tinieblas por varios días a la ciudad de Arequipa. La erupción provocó un terremoto que destruyó esta ciudad (Silgado, 1978).

- El 13 de agosto de 1868 se produjo un terremoto que alcanzó una intensidad de XI en la escala de Mercalli Modificada, seguido de un gran Tsunami que arrasó gran parte del litoral peruano. Toribio Polo se refiere a este terremoto como uno de los mayores ocurridos en el Perú desde su conquista (Silgado, 1978).

- Dentro de los eventos sísmicos más recientes tenemos: el terremoto del 15 de Enero de 1958, que alcanzó una intensidad de VII MMI; el terremoto del 13 de Enero de 1960, que tuvo una intensidad de VIII MMI, y el terremoto del 16 de Febrero de 1979, que en la ciudad de Arequipa alcanzó una intensidad de VI MMI.

Todos estos eventos sísmicos han ocasionado grandes pérdidas materiales y un considerable número de víctimas. La información instrumental, de creciente precisión a partir de 1962, ha permitido conocer la distribución espacial de la actividad sísmica en la zona de Arequipa y la identificación de dos zonas de actividad sísmica superficial.

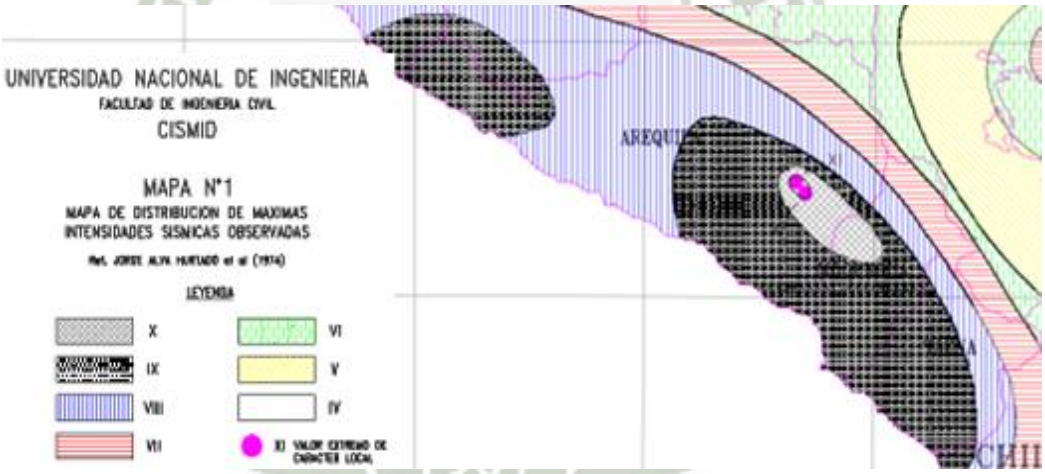


Figura 2 – Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas (Fuente: UNI-FIC)

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Fig. N° 002. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica. Con el fin de cumplir con los acápites de la norma E-030: "Diseño Sismoresistente", se muestra a continuación el mapa de zonificación sísmica del 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

Figura 3 – Mapa de zonificación sísmica del Perú (Fuente: RNE - E 030, 2014)

A cada zona se asigna un factor *Z* según se indica en la Fig. 001. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor *Z* se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad

2.2. Microzonificación

2.2.1. Geomorfología

En la ciudad de Arequipa se presentan tres unidades geomorfológicas (Yanqui 1990)

- Cordillera de Laderas: Ocupa la parte sur de la ciudad, se caracteriza por presentar un relieve de cerros de superficie rocosa, con drenaje dendrítico y esporádicamente paralelo.

- Cadena del Barroso: Formada por las estribaciones de los tres volcanes: Chachani, Misti y Pichu Pichu. Tiene una superficie inclinada, cortada por numerosas quebradas de paredes empinadas.

- Penillanura de Arequipa: Es una superficie ligeramente plana, inclinada hacia el oeste con una pendiente de aproximadamente 4%. Está conformada por materiales tufáceos hacia el oeste y materiales detríticos hacia el este. Cuenta con cinco

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

subunidades: Valle del Chili, Superficie del Cercado, Superficie de Socabaya, Superficie de Pachacútec y Superficie del Aeropuerto.

Nuestro proyecto se encuentra en la Penillanura de Arequipa en la subunidad del Valle del Chili

2.2.2. Geología

El terreno donde se realiza la construcción de la Institución Educativa Juana Cervantes de Bolognesi el suelo existente se encuentra en terrazas aluviales que dejaron depósitos de cantos rodados bolonerías, bolones en la profundidad y superficialmente suelo más liviano de arenas y limos-arcillas de poca profundidad.

De las muchas formas de relieve debido a la sedimentación producida por las corrientes más importantes y reconocidas en el área de estudio son: terrazas, abanicos aluviales.

Terrazas.- En las márgenes antiguas del río se tienen restos de terrazas antiguas actualmente ocupadas por la ciudad. Se observa diferentes capas, en los horizontes más bajos aparentemente más cimentados y compuestos por guijarros y cantos sub-angulosos que varía entre 5-40 cm., en tamaño y prevalentemente procedentes de masas ígneas y sedimentarias. Las capas superficiales generalmente no superan los 2.00m. de espesor, se encuentran constituidos por material arenoso-arcilloso en eventual presencia de cantos redondeados y horizontes de grava.

2.3. Clima

La condición climática de la ciudad de Arequipa es seco, semiárido y templado, con temperaturas media anual máxima de 25.0 °C y la mínima de 10°C, la temporada húmeda con escasas lloviznas entre Diciembre a Marzo, y temporada de invierno en Junio y Julio, cuya altura es de 2328.0 m.s.n.m.

Los periodos de construcción son en los tiempos de verano, en los meses de Abril hasta Noviembre.

2.4. Condiciones del Suelo

Los trabajos de exploración del estudio de mecánica de suelos, se realizaron por la empresa GEOSSTRATOS S.A.C., donde se ejecutaron 12 calicatas, las cuales fueron descritas in situ para obtener la estratigrafía de cada calicata y así determinar perfiles estratigráficos de la zona que abarca el colegio.

ÁREA DE COLEGIO	
Área proyectada para: Pabellones Nº2,3,4,5	C-1, C-2, C-3,C-4, C-10, C-11
Área proyectada para: Coliseo	C-7, C-8
Área proyectada para: Piscina	C-9, C-12
Área proyectada para: Auditorio.	C-5, C-6

Tabla 2. Distribución de calicatas en el proyecto. (Fuente: EMS)

Se muestra a continuación una imagen de la ubicación de calicatas y un cuadro resumen de los ensayos de laboratorio:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

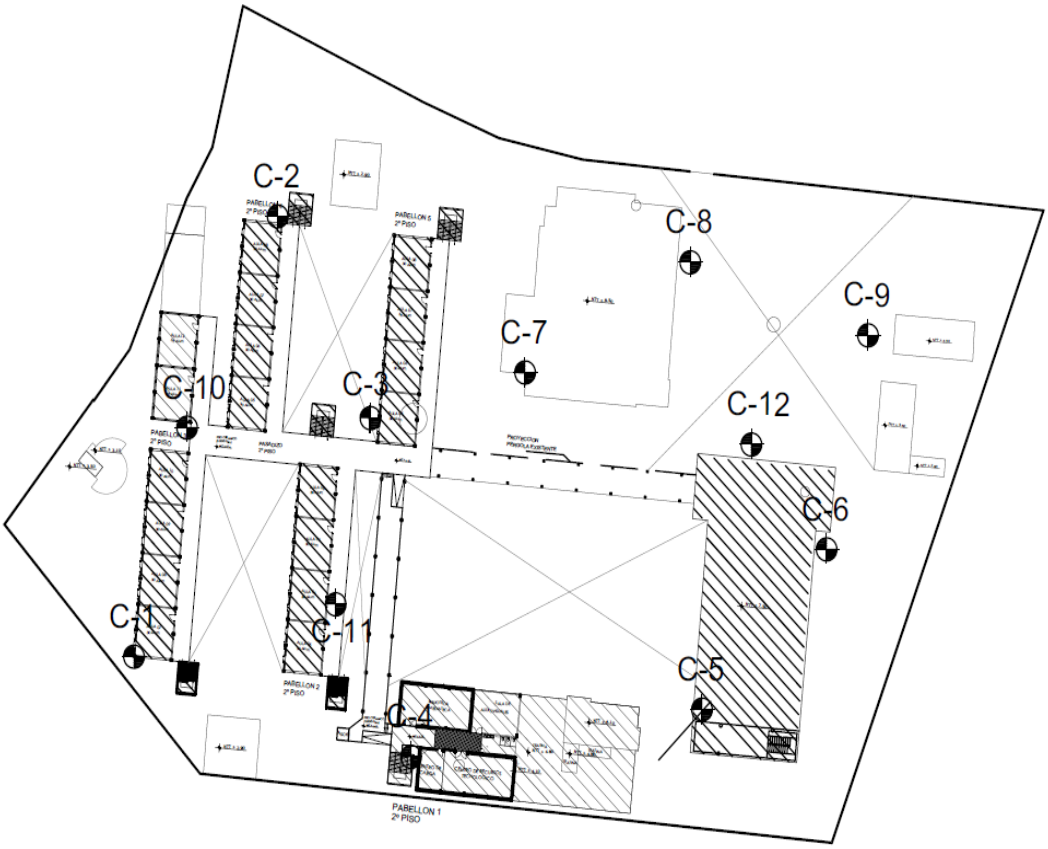


Figura 4 – Ubicación de calicatas (Fuente: Estudios de Mecánica de Suelos)

Calicata/ Muestra	Profundidad (M)	Clasif. Sucs	Clasif. Aashto	Limite Liquido (%)	Limite Plástico (%)	Índice Plástico (%)	Cont. de Humedad (W)	Angulo de Fricción (Grados)
C-1/M-1	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	11.54	32.3
C-2/M-1	0.30 – 1.50	GP	A1-a(0)	NT	NT	NP	13.21	32.5
C-3/M-1	0.30 – 2.00	GP	A1-a(0)	NT	NT	NP	12.63	32.4
C-4/M-1	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	12.21	32.1
C-5/M-1	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	11.58	33.3
C-5/M-2	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	12.39	32.1
C-6/M-1	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	13.16	32.1
C-6/M-2	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	12.54	31.1
C-7/M-1	0.30 – 1.50	GP	A-1ª	21.48	NT	NP	1.98	33.8
C-8/M-1	0.50 – 4.50	GP	A-1ª	19.8	NT	NP	5.46	34.7
C-9/M-1	0.30 – 5.50	GP	A1-a(0)	NT	NT	NP	8.78	34.3
C-10/M-1	0.40 – 1.20	GP	A1-a(0)	NT	NT	NP	12.63	32.5
C-11/M-1	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	11.54	32.4
C-11/M-2	0.60 – 1.60	GP	A-3	NT	NT	NP	11.54	32.3
C-12/M-1	0.30 – 1.00	GP	A1-a(0)	NT	NT	NP	13.21	32.5

Tabla 3. Propiedades del suelo por calicatas (Fuente: EMS)

En la zona existente de pabellones Nº2 Nº3, Nº4 y Nº5 de aulas, losas deportivas y donde se proyecta aulas de los pabellones mencionados , también se proyecta un coliseo y piscina esta zona presenta suelo superficial de terreno de cultivo de 0.30 a 0.40 m de profundidad representado por arena limosa con raicillas, seguido de suelo aluvial 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

granulometría gruesa de cantos rodados empacados en arena y bolonerías de diámetros variables de hasta 12 pulgadas el cual varia con la profundidad presentando bloques de diámetro de hasta 28pulgadas de diámetro,

Se obtuvo el siguiente cuadro resumen para módulos de 01 piso y para 02 pisos:

Descripción	
Dimensiones de cimentación **b=** **l=**	 1.20 1.20
Capacidad admisible del suelo	2.99 kg/cm2
Factor de seguridad	3.00
Profundidad de cimentación	1.00 m
Estrato a cimentar	Bloques, gravas de diámetros hasta 28 pulg. con finos arenosos
Asentamiento máximo	<2.5cm.
Distorsión angular	1/5146
Tipo de suelo	s2 (suelo intermedio)

Tabla 4. Propiedades para módulos de 02 pisos (Fuente: EMS)

Descripción	**valor**
Dimensiones de cimentación **b=** **l=**	 0.80 1.00
Capacidad admisible del suelo	2.22 kg/cm2
Factor de seguridad	3.00
Profundidad de cimentación	1.00 m
Estrato a cimentar	Bloques, gravas de diámetros hasta 28 pulg. con finos arenosos
Asentamiento máximo	<2.5cm.
Distorsión angular	1/5146
Tipo de suelo	s2 (suelo intermedio)

Tabla 5. Propiedades para módulos de 01 piso (Fuente: EMS)

Se deberá cimentar a 1.00 m de profundidad desde nivel terreno natural sobre suelos gruesos representado por bloques y finos arenosos.

2.5. Infraestructura existente

2.5.1. Agua

Se cuenta con un ingreso de servicios de agua funcionando inadecuadamente, durante la visita de campo comprobamos la insuficiencia de agua potable debido al mantenimiento y problemas con las instalaciones.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2.5.2. Desagüe

Cuenta con servicios de desagüe en dirección de la conexión de acometida de la Calle Toribio Pacheco y una conexión matriz que atraviesa el terreno de estudio que resulta una paralela a la Av. La Marina, y una transversal a esta, que es la que recibe el desfogue.

La cota del buzón de la referida Institución Educativa es Cota de Tapa= 0+000 y Cota de Fondo = -1.50. Administrada por la Municipalidad Provincial de Arequipa.

2.5.3. Energía Eléctrica

El suministro que alimenta a la Institución Educativa tiene una acometida aérea desde los postes hasta la caja de medidor por la Av. La Marina, por donde se encuentra la red secundaria, llega al medidor que se encuentra al costado del muro en la fachada y de ahí se dirige a una caja de control general. El medidor es trifásico, 380V (Fase-Fase) y 220V (Fase-Neutro), tiene una potencia contratada de 1KW, cuyo contrato fue firmado en el año 1999, el cual es alimentada por la subestación de distribución E400356 administrada por Electrosur S.A. desde 1958.

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

DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

3.1. Tipo de estructura y uso

La Institución Educativa "Juana Cervantes de Bolognesi" es una edificación de uso educativo, destinada a prestar servicios de capacitación, educación y sus actividades complementarias.

El centro educativo deberá cumplir con las características y requisitos para lograr condiciones de habitabilidad y seguridad:

- Idoneidad de los espacios al uso previsto.
- Las medidas del cuerpo humano en sus diferentes edades.
- Cantidad, dimensiones y distribución del mobiliario necesario para cumplir con la función establecida.
- Flexibilidad para la organización de las actividades educativas, tanto individuales como grupales.

El diseño arquitectónico estará regido por la Norma A.040: Educación, del Reglamento Nacional de Edificación y esta se complementa con la que dicta el Ministerio de Educación en concordancia con los objetivos y la Política Nacional de Educación.

3.2. Análisis arquitectónico

3.2.1. Descripción General

Para una adecuada disposición del terreno se ha dividido la infraestructura educativa en 03 áreas académica, administrativa y recreativa con un área total de 14,784.39 m2, que se describen a continuación:

- La zona académica compuesta de 06 pabellones de 2 niveles, 5 destinados a aulas y 1 a talleres, edificio de Servicio de Usos Múltiples (SUM), Foyer; y 01 patio y estrado de honor.
- La zona administrativa compuesta por 01 pabellón de 3 niveles.
- La zona recreativa compuesta por polideportivo, piscina y 2 patios de recreación.

3.2.2. Distribución de ambientes

En la distribución de ambientes se consideró la necesidad que preste un servicio adecuado con la población estudiantil y personal que hará uso de las instalaciones y permitir una adecuada movilización y mantención la limpieza y el orden en cada ambiente.

La Institución Educativa "Juana Cervantes de Bolognesi" contará con 07 pabellones entre uso académico y administrativo, polideportivo, piscina, SUM, áreas de recreación

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

y movilización, además de habilitaciones necesarias para un adecuado funcionamiento, distribuyéndose cada una de sus partes en los siguientes ambientes;

- Pabellón 1: Área administrativa compuesta por 03 módulos cada uno de 03 niveles.

	Módulo 01	**Módulo 02**	**Módulo 03**
1°Piso	Dirección, Secretaría de Dirección, Sub Dirección, Secretaría de Sub Dirección, Sala de Reuniones, Ss.Hh Docentes (Profesoras: 2I, 4L; Profesores: 2I, 2L, 2U), Contabilidad, Sala de Profesores, Orientación y Bienestar del Educando.	Ingreso Principal, Hall y Escaleras para el segundo nivel.	Orientación Psicológica, Tópico; Ss.Hh. Público (Mujeres; 3I.3L; Varones: 2I,2U,3L), Mesa de Partes+ Depósito, Secretaria General + Informes, Depósito de Material Didáctico, Sala de Espera, Tópico + Área de descanso
2°Piso	Biblioteca Virtual, Sala de Audio Visuales, Depósito, Videoteca, Depósito, Sala de Trofeos.	Escaleras para el 1er y 3er nivel.	Hemeroteca, Ss. Hh. (05 inodoros+05 lavatorios) + SH. Discapacitado, 01 Biblioteca dividido en salas de lectura (niñas y jóvenes por separado) y ficheros de búsqueda y 01 Depósito de Libros,
3° Piso	Laboratorio de biología + Oficina del Profesor + 01 Depósito y Caseta de gas, Laboratorio de química + Oficina del Profesor + 01 Depósito y caseta de gas; y Depósito 01.	Escaleras para el 2do nivel.	Centro de Recursos Tecnológicos + Oficina del Profesor + Depósito, Laboratorio de física + Oficina del Profesor + 01 Depósito.

Tabla 6. Distribución Pabellón 01 (Fuente: propia)

- Pabellón 2, 3, 4 y 5: Área académica, compuesta por 08 aulas cada uno distribuidos en 02 niveles (04 aulas por cada piso) y un pasadizo por piso.

- Pabellón 6: Área académica, compuesta por 04 aulas distribuidos en 02 niveles (02 aulas por cada piso) y un pasadizo por piso.

- Pabellón de talleres: Área académica, unido al pabellón 4 por un módulo de escalera, compuesto por 02 niveles distribuido de la siguiente manera:

    - Piso 1: Taller de cocina + depósito, Sala de Fuerza y Dormitorio de guardián con acceso externo.
    - Piso 2: Taller de corte y confección + depósito

- 02 Módulos de Ss. Hh.: de 01 piso.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- 03 patios, ubicados de la siguiente manera:

    - Patio 1: Entre el pabellón 2 y 3, en el que se ubica una rampa que acompaña al pabellón 2; y un segundo ascensor para movilización de cada nivel.
    - Patio 2: Entre el pabellón 4 y 5, en el que se ubica un módulo de escalera.
    - Patio de Honor, pertenece al área académico junto con el estrado de honor, ubicado en la parte trasera del pabellón 1.

- Módulo de cafetería: Área de refrigerio, distribuido en:
    - Área de mesas
    - Área de atención
    - Cocina
    - Ss. Hh.

- Polideportivo: Área recreativa, para actividades donde se puedan desarrollar todos los deportes dentro un ambiente cerrado que cumplan con las dimensiones reglamentarias. Para una capacidad de 850 personas, se acondicionaron los ambientes como se describe:

    - 02 Graderías centrales de 05 peldaños
    - 02 Graderías laterales de 07 peldaños
    - Aula de música + depósito
    - Oficina de educación + depósito
    - Depósito
    - Almacén
    - Vestuario de Hombres + Ss. Hh. (2I + 1 de discapacitados, 3U, 3L, 8 Duchas)
    - Vestuario de Mujeres + Ss. Hh. (2I + 1 de discapacitados, 3L, 8 Duchas)
    - Ss. Hh. Hombres (3I, 3U, 3L) + Ss. Hh. Discapacitado Hombre (1I, 1L, 1 Ducha)
    - Ss. Hh. Mujeres (4I, 3L) + Ss. Hh. Discapacitado Mujer (1I, 1L, 1 Ducha)

- Piscina: Área recreativa, se ha propuesto una piscina semi olímpica con rejilla de recirculación, con un cuarto de máquinas para un sistema de temperación y recirculación de agua y en otros ambientes complementarios como son recepción, admisión, entre otros que se describe a continuación:

    - Piscina Semi olímpica
    - Área de Recepción
    - Ss. Hh. Mujeres (3I, 4L)
    - Ss. Hh. Hombres (3I, 2U, 3L)
    - Graderías de 07 peldaños
    - Hall
    - Vestidores de Hombres (8 Duchas) + Casilleros + Ss. Hh. Hombres (3I, 2U, 3L) + Ss. Hh. Discapacitado Hombres (1I. 1L, 1 Ducha) + Pediluvio
    - Vestidores de Mujeres (8 Duchas) + Casilleros + Ss. Hh. Mujeres (3I, 4L) + Ss. Hh. Discapacitado Mujeres (1I. 1L, 1 Ducha) + Pediluvio

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- SUM, destinado a reuniones con fines culturales, cívicos, seminarios, entre otros de exposición. Tiene una capacidad de 650 personas.

    - Área de exposiciones
    - Camerín + Ss. Hh. (1U, 1L, 1Ducha)
    - Estrado
    - Depósito + Ss. Hh. (1U, 1L, 1Ducha)

- Foyer, constituye el área de recepción e ingreso hacía el SUM.

    - Recepción + depósito
    - Ss. Hh. Mujeres (3I, 5L) + Ss. Hh. Discapacitado Mujer (1I, 1L)
    - Ss. Hh. Hombres (3I, 4U, 5L) + Ss. Hh. Discapacitado Hombre (1I, 1L)

- Control, corresponde a un ambiente de control del ingreso ubicado en un ingreso secundario colindante con la Av. La Marina.

Se muestra una tabla con las áreas construidas de cada edificio:

Descripción				**Cantidad**	**Área (m2)**
Zona administrativa	Pabellón 01	Módulo 01	Piso 1	1	252.88
			Piso 2	1	252.88
			Piso 3	1	252.88
		Módulo 02	Piso 1	1	301
			Piso 2	1	301
			Piso 3	1	301
		Módulo 03	Piso 1	1	252.88
			Piso 2	1	252.88
			Piso 3	1	252.88
Zona académica	Pabellón 02		Piso 1	1	315.1
			Piso 2	1	315.1
	Pabellón 03		Piso 1	1	315.1
			Piso 2	1	315.1
	Pabellón 04		Piso 1	1	315.1
			Piso 2	1	315.1
	Pabellón 05		Piso 1	1	315.1
			Piso 2	1	315.1
	Pabellón 06		Piso 1	1	183.59
			Piso 2	1	183.59
	Talleres		Piso 1	1	180.33
			Piso 2	1	180.33
	SUM			1	892.16
	Foyer			1	215.32
	Patio de honor			1	1223.99
Zona recreativa	Piscina			1	1326.59
	Polideportivo			1	1604.14
	Patios de recreación	Patio 01		1	464.85
		Patio 02		1	464.85

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Zona de circulación	Escaleras		4	45.4
	Corredor central		1	208.36
	Puente a Pabellón 01		1	18.23
	Ascensor		2	8.06
Estructuras secundarias	SS. HH.		2	163.54
	Cafetería		1	50.77
	Caseta control		1	6.62
Área Total Techada				10481.56
Área del Terreno				14784.39
Área Libre				5099.75
Área Ocupada				9684.64

Tabla 7. Área construida por edificación (Fuente: propia)

3.2.3. Circulación y movilización

La circulación horizontal se da por el piso de adoquín construido en todas las áreas de circulación común, además de plataformas y veredas como áreas de estar y superficies de circulación peatonal.

La circulación vertical se da a través de:

- 04 Módulos de escaleras, para uso de los pabellones 2, 3, 4 y 5 para su movilización en dos pisos compuesto por dos tramos de escalera y un descanso, ubicados en:
    - 03 de ellos junto al pabellón 2, 3, 5.
    - 01 escalera ubicada en el patio 2 que termina en el corredor central
- 02 ascensores para atender una demanda de la población discapacitada.
    - El primero para uso de la zona administrativa,
    - El segundo para uso de la zona académica.
- Rampas para discapacitados, ubicadas para una adecuada circulación.

Además, se contempló un cerco perimétrico tomando en cuenta la seguridad de la edificación con muros de contención por la diferencia de niveles con las edificaciones colindantes.

Se presenta un plano general:

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 5 – Distribución de edificaciones (Fuente: Planos de arquitectura)

A continuación, se presenta un cuadro resumen de la distribución de la infraestructura:

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

Descripción			Cantidad	Área (m2)	Geometría	Volado	Altura entrepiso	Altura total	Material	Techo
Zona administrativa	Pabellón 01	Módulo 01	1	252.88	Rectangular	Si (1.82m)	Variable	10.85	Concreto Armado	Terraza
		Módulo 02	1	301.00	Rectangular	No	Variable	12.00	Concreto Armado	Terraza
		Módulo 03	1	252.88	Rectangular	Si (1.82m)	Variable	10.85	Concreto Armado	Terraza
Zona académica	Pabellón 02		1	315.10	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado y Albañilería	Terraza
	Pabellón 03		1	315.10	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado y Albañilería	Terraza
	Pabellón 04		1	315.10	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado y Albañilería	Terraza
	Pabellón 05		1	315.10	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado y Albañilería	Terraza
	Pabellón 06		1	183.59	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado y Albañilería	Terraza
	Talleres		1	180.33	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado	Terraza
	SUM		1	892.16	Rectangular	No	9.2	9.2	Concreto Armado	Cobertura
	Foyer		1	215.32	Rectangular	No	3.8	3.8	Concreto Armado	Terraza
Zona recreativa	Piscina		1	1326.59	Rectangular	No	10.74	10.74	Concreto Armado	Cobertura
	Vestidores		1	169.23	Rectangular	No	3.5	3.5	Concreto Armado	Cobertura
	Polideportivo		1	1604.14	Rectangular	No	10.81	10.81	Concreto Armado	Terraza
Zona de circulación	Escaleras		4	45.4	Rectangular	No	Variable	5.94	Concreto Armado	Terraza
	Corredor central		1	208.36	Rectangular	No	3.45	6.9	Concreto Armado	Terraza
	Puente al pabellón 01		1	18.23	Rectangular	No	Variable	10.85	Concreto Armado	Terraza
	Ascensor		2	8.06	Rectangular	No	Variable	Variable	Concreto Armado	Terraza
Estructuras secundarias	SS. HH.		2	163.54	Hongo	No	3.3	3.3	Concreto Armado	Terraza
	Cafetería		1	50.77	Rectangular	No	3.04	3.04	Concreto Armado	Terraza
	Caseta control		1	6.62	Rectangular	No	2.9	2.9	Concreto Armado	Terraza

Tabla 8. Características de edificaciones (Fuente: propia)

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV

ASPECTOS GENERALES

4.1. Cargas de Diseño

Se denomina carga a la fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.

4.1.1. Carga Muerta

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.

4.1.1.1. Materiales

Se considerará el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la edificación, calculados en base a sus pesos unitarios. El peso real se podrá determinar por medio de análisis o usando los datos indicados en los diseños y catálogos de los fabricantes.

4.1.1.2. Dispositivos de servicio y equipos

Se considerará el peso de todos los dispositivos de servicio de la edificación, incluyendo las tuberías, ductos, equipos de calefacción y aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores, maquinaria para ascensores y otros dispositivos fijos similares. El peso de todo este material se incluirá en la carga muerta. El peso de los equipos con los que se amueble una zona dada, será considerado como carga viva.

4.1.1.3. Tabiques

Se considerará el peso de todos los tabiques, usando los pesos reales en las ubicaciones que indican los planos.

En la siguiente tabla se presentan las siguientes cargas de peso propio que necesarias para el metrado de cargas:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Elemento	Descripción	Cargas	Unidad
Losa Aligerada	e=20 cm	300	kg/m2
	e=25 cm	350	kg/m2
	e= 30 cm	420	kg/m2
	e= 35 cm	475	kg/m2
Acabados y Coberturas	e= 5 cm	100	kg/m2
	Cobertura teja artesanal	160	kg/m2
	Pastelero asentado con barro	100	kg/m2
Muros de Albañilería	e= 10 cm	140	kg/m2
	e= 15 cm	210	kg/m2
	e= 25 cm	350	kg/m2
Parapetos	e= 15 cm / h= 1 m	230	kg/m

Tabla 9. Peso propio (Fuente: Norma E-020)

En el anexo 1 de la norma E-020 se especifican pesos unitarios de diferentes materiales, presentando algunos en la siguiente tabla:

Material	Peso Unitario	Unidad
Concreto Armado	2400	kg/m3
Concreto Simple	2300	kg/m3
Ladrillo Sólido	1800	kg/m3
Ladrillo Hueco	1350	kg/m3
Bloque de Vidrio	1000	kg/m3
Vidrio	2500	kg/m3
Maderas Dura Seca	700	kg/m3

Tabla 10. Pesos Unitarios (Fuente: Norma E-020)

4.1.2. Carga Viva

Extraemos dos artículos de la E 020 que usaremos:

4.1.2.1. Artículo 6: Carga viva mínima repartida

En el capítulo 3 de la norma E-020 del Reglamento Nacional de Edificaciones se establece los tipos de carga viva para distintos tipos de ocupación.

4.1.2.2. Artículo 7: Carga viva del techo

El diseño de techos se hace tomando en cuenta las cargas que se presentan en el acápite 7.1 de las cuales se extrae las que se usarán para el presente proyecto.

- Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0kPa (100kgf/m2).
- Para techos curvos, 0,50kPa (50kgf/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

- Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será 1,0kPa (100kgf/m2).

En la siguiente tabla se presentan los valores que usaremos en el proyecto:

Ocupación o uso	Cargas repartidas (kg/m2)
Aulas	250
Corredores	400
Escaleras	400
Laboratorio	300
Servicios higiénicos	300
Depósito	500
Techo	100
Talleres	350
Oficinas	250
Sala de archivo	500
Sala de computo	250
Graderías	500
Maquinas	1000

Tabla 11. Cargas Vivas (Fuente: Norma E-020)

4.1.3. Carga de Sismo

Es una carga dinámica que se genera cuando las ondas sísmicas generan aceleraciones en las masas de la estructura y por lo tanto, genera fuerzas de inercia que varían a lo largo del tiempo.

Toda estructura debe diseñarse para resistir los efectos de movimientos sísmicos, movimiento que se ocasiona al liberarse presión de las capas tectónicas, estas ondas se propagan por los estratos del suelo.

El impacto de un sismo depende de factores como: características del lugar, la intensidad del sismo y sistema estructural. Es decir, para determinar la carga sísmica son necesarios conocer el tipo de suelo, sismicidad de zona, intensidad y duración, y geometría, tamaño, tipo de refuerzo y peso de la estructura.

Para la determinación de la carga sísmica se toma como base la Norma E-030 del RNE que tiene como filosofía “evitar pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de servicios básicos y minimizas los daños de la propiedad.”

4.1.4. Carga de Viento

Es una carga dinámica, ya que su magnitud, dirección y sentido varía rápidamente en el tiempo.

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 viento es un fluido en movimiento; sin embargo, para simplificar su diseño, se supone que actúa como una carga estática sobre las estructuras convencionales, pero, para estructuras muy flexibles (puentes colgantes, chimeneas, etc.) es necesario verificar que su periodo natural de vibrar no coincida con el de las ráfagas de viento, de lo contrario, podría ocurrir resonancia en la estructura.

- **Tipo 1**

  Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cobertura capaz de soportar las cargas sin variar su geometría.

- **Tipo 2**

  Edificaciones cuya esbeltez las hace sensibles a las ráfagas, tales como tanques elevados y anuncios y en general estructuras con una dimensión corta en la dirección del viento.

- **Tipo 3**

  Edificaciones que representan problemas aerodinámicos especiales tales como domos, arcos, antenas, chimeneas esbeltas y cubiertas colgantes. Para este tipo de edificaciones las presiones de diseño se determinarán a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería, pero no serán menores que las especificadas para el Tipo 1.

Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V\left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$$

Donde:
Vh: velocidad de diseño en la altura h en Km/h
V: velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h
h: altura sobre el terreno en metros

4.1.4.1. Carga Exterior de Viento

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$P_h = 0{,}005 \cdot C \cdot {V_h}^2$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Donde:
Ph: presión o succión del viento a una altura h en Kgf/m2
C: factor de forma adimensional
Vh: velocidad de diseño a la altura h, en Km/h

Factores de Forma "C"		
Construcción	**Barlovento**	**Sotavento**
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7
* El signo positivo indica presión y el negativo succión.		

Tabla 12. Factores de Forma "C" (Fuente: Norma E-020)

4.1.4.2. Carga Interior de Viento

Para el diseño de los elementos de cierre, incluyendo sus fijaciones y anclajes, que limitan en cualquier dirección el nivel que se analiza, tales como paneles de vidrio, coberturas, alféizares y elementos de cerramiento, se adicionará a las cargas exteriores calculadas según el Artículo 12 (12.4), las cargas interiores (presiones y succiones) calculadas con los factores de forma para presión interior de la siguiente tabla:

Aberturas		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
±0,3	+0,8	-0,6

Tabla 13. Aberturas (Fuente: Norma E-020*)*

Para el proyecto: Se utilizó carga de viento para las estructuras del Polideportivo, Piscina y Sum. En base al mapa eólico del 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

Figura 6 – Mapa eólico del Perú (Fuente: RNE - E 020)

Datos de diseño:

V = 85.00 km/h (Velocidad de viento en Arequipa a 10 m sobre el suelo)
H = 10.74 m (Altura de la estructura desde terreno)

$$V_h = V\left(\frac{h}{10}\right)^{0.22} = 86.346\ km/h$$

Para determinar la presión o succión del viento:

$$P_h = 0{,}005 \cdot C \cdot {V_h}^2$$

Barlovento:

- Considerando presión:
  C= +0.8 $P_h = 29.823\ kg/m2$

Sotavento:

- Considerando succión:
  C= -0.5 $P_h = 18.639\ kg/m2$

4.1.5. Cargas de empuje

Según el artículo 13 de la E 020, para los muros de contención se adicionará a las cargas verticales la presión lateral del suelo y la presión hidrostática al máximo nivel freático.

4.1.6. Resistencia requerida U

La resistencia requerida U se expresa en términos de cargas aumentadas o de las fuerzas y momentos internos correspondientes. Las cargas aumentadas son las cargas especificadas en el reglamento general de construcción multiplicadas por los factores de carga apropiados.

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 factor asignado a cada carga está influenciado por el grado de precisión con el cual normalmente se puede calcular la carga y por las variaciones esperadas para dicha carga durante la vida de la estructura. Por esta razón, a las cargas muertas que se determinan con mayor precisión y son menos variables se les asigna un factor de carga más bajo que a las cargas vivas.

$$U = 1{,}4\ CM + 1{,}7\ CV$$
$$U = 1{,}25\ (CM + CV) \pm CS$$
$$U = 0.9\ CM \pm CS$$
$$U = 1{,}4\ CM + 1{,}7\ CV + 1{,}7\ CE$$

Donde:

U: Resistencia requerida.
CM: Carga muerta.
CV: Carga viva.
CS: Carga de sismo
CE: Carga de empuje

También, la Norma Peruana E.060 establece los siguientes factores de reducción de capacidad de acuerdo a las diferentes solicitaciones:

- Flexión…….. Ø=0.90
- Cortante……..…….. Ø=0.85
- Torsión…….. Ø=0.85
- Flexo-compresión……..…….. Ø=0.75 (zunchadas)
  Ø=0.70 (Estribadas)

4.2. Método de Diseño

Para el diseño se siguió el "Diseño por Resistencia Ultima" filosofía por la cual se debe esperar una estructura más débil sometida a cargas más altas, por lo que, utilizan dos factores de seguridad:

- El primer factor está basado en las cargas de servicio las cuales son mayoradas.

- El segundo correspondiente a los materiales y su fabricación de los mismos dándose una reducción de su resistencia por un factor de subcapacidad llamado factor resistente.

El diseño por estado limite trata de lograr que las características acción-respuesta de un elemento estructural o de una estructura estén dentro de límites aceptables. Según este método, una estructura o un elemento estructural deja de ser útil cuando alcanza un estado límite, en el que deja de realizar la función para el cual fue diseñada.
Se propone que la estructura se diseñe con referencia a varios estados límite. Los estados limite más importantes son: resistencia bajo carga máxima, deflexiones y ancho de grietas bajo carga de servicio. En consecuencia, la teoría de la resistencia máxima se enfoca para el dimensionamiento de las secciones, utilizando la teoría

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 factores de carga tienen el propósito de dar seguridad adecuada contra un aumento en las cargas de servicio más allá de las especificaciones en el diseño, para que sea sumamente improbable la falla. Los factores de carga también ayudan a asegurar que las deformaciones bajo cargas de servicio no sean excesivas

Se tomará como principio para el diseño que algunos de los elementos del sistema estructural puedan experimentar comportamiento en el rango Inelástico, soportando grandes deformaciones que disipen la energía inducida por el terremoto. Como producto de este fenómeno se espera, para el caso de sismos moderados, que se presenten daños en los elementos no estructurales (tabiquería, paneles y otros) y que puedan repararse. De otro lado se acepta, en caso de sismos severos que se presenten daños estructurales, pero no el colapso de la estructura.

Para el diseño se aplicarán las siguientes normas del Reglamento Nacional de Edificaciones:

- R.N.E. Norma Técnica de Edificación E-020: “Cargas".
- R.N.E. Norma Técnica de Edificación E-030: “Diseño Sismo Resistente".
- R.N.E. Norma Técnica de Edificación E-050: "Suelos y Cimentaciones".
- ACI-318-2014. American Concrete Institute: “Concreto Armado”.
- R.N.E. Norma Técnica de Edificación E-070: “Albañilería”.

Se iniciará con la estructuración de la estructura, señalando donde irán los diferentes elementos estructurales que conformarán la estructura. Luego se va a proseguir con el pre dimensionamiento de todos los elementos estructurales según las luces y cargas que soportan, cumpliendo las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones. Luego, se procederá a realizar el metrado de cargas de gravedad considerando un área tributaria correspondiente.

El diseño estructural se efectuará para el máximo efecto de las cargas sobre cada uno de los elementos empleando las combinaciones y los esfuerzos permisibles de las especificaciones del reglamento, además se usará el valor máximo de las combinaciones de carga que señala el mismo.

Se plantea el modelado de cada una de las estructuras con el programa ETABS VERSIÓN 9.7.4. Considerando modelos tridimensionales, suponiendo comportamiento lineal y elástico. Los elementos de concreto armado se representarán como elementos lineales. Los muros de albañilería adosados a la estructura de concreto se modelarán con elementos de área, con rigideces de membrana y de flexión. Las losas aligeradas de concreto armado como infinitamente rígidas frente a acciones en su plano (Diafragmas Rígidas).

Se realizará un análisis sísmico según la norma vigente, NTE E-030, con el procedimiento de superposición modal espectral, la respuesta máxima elástica, basándonos en los parámetros de sitio y estructurales. Donde se obtendrá las respuestas dinámicas (espectros de respuestas, amplitudes modales, desplazamiento de la base y de todos los niveles) de las estructuras planteadas para las cargas 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

También se hará uso de los programas de cómputo SAFE V12, SAP 2000 y CSI COLUMN, con el fin de complementar nuestro análisis y diseño.
Por último, se calculará el costo y presupuesto de obra utilizando el software S10 así como la programación de obra utilizando el MS PROJECT.

4.3. Materiales empleados

4.3.1. Acero de Refuerzo

El acero de refuerzo en concreto armado son varillas de sección redonda, las cuales tienen corrugaciones cuyo fin es restringir el movimiento longitudinal de las varillas, relativo al concreto que las rodea.

Las curvas esfuerzo-deformación del acero muestran una porción inicial elástica lineal, donde los aceros de distintas calidades tienen un comportamiento idéntico y las curvas se confunden. Luego se llega a una plataforma de fluencia, es decir donde la deformación continua sin aumento del esfuerzo, a este valor del esfuerzo se le llama esfuerzo de fluencia; una región de endurecimiento por deformación, y finalmente una zona donde el esfuerzo decae hasta ocurrir la fractura.

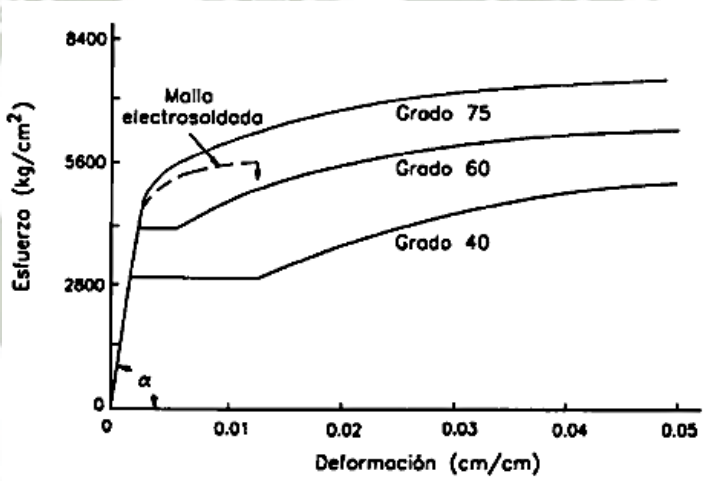


Figura 7 – Curva esfuerzo-deformación del acero (Fuente: "Diseño de estructuras de concreto armado" – Teodoro E- Harmsen)

El acero grado 40 presenta una fluencia más pronunciada que los aceros grado 60 y 75. El esfuerzo de fluencia para las distintas calidades de acero corrugado son las siguientes:

	f_y(kg/cm²)
Grado 40	2800
Grado 60	4200
Grado 75	5300

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 14. Esfuerzo de fluencia para distintas calidades del acero.
(Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Amado –Teodoro E. Harmsen)

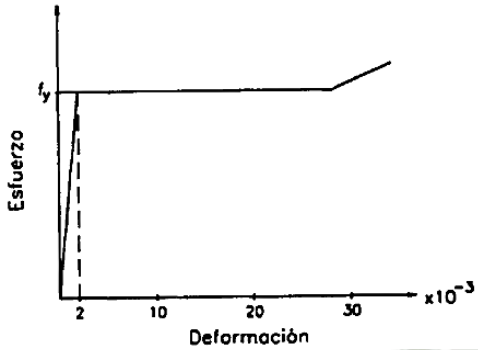


Figura 8- Idealización de la curva esfuerzo deformación del acero asumido por el código ACI (Fuente: "Diseño de estructuras de concreto armado" – Teodoro E. Harmsen)

El módulo de elasticidad del acero está dado por la pendiente de la porción elástica lineal de la curva esfuerzo-deformación, el valor del módulo de elasticidad de los distintos tipos de acero cambia muy poco y generalmente se toma igual.

$$E = 2\ x\ 10^6 \qquad \frac{kgf}{cm^2}$$

4.3.2. Concreto

El concreto tiene buena resistencia a la compresión, mas no, a la tracción; esto se demuestra por un ensayo del cual se obtiene la curva esfuerzo-deformación la cual relaciona la fuerza de compresión por unidad de área versus el acortamiento por unidad de longitud.

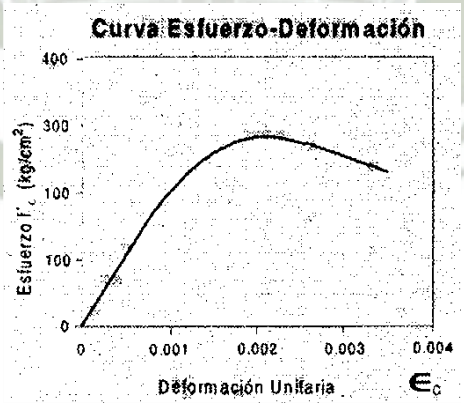


Figura 9 – Curva esfuerzo – deformación del concreto (Fuente: Diseño en concreto armado – Roberto Morales Morales)

Se puede observar que el concreto no es un material elástico; sin embargo, se puede considerar una porción recta hasta aproximadamente el 40% de la carga máxima. Además, el colapso se produce comúnmente a una carga menor que la máxima.

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 módulo de elasticidad es un parámetro que mide la variación de esfuerzo en relación a la deformación en el rango elástico. Es función del ángulo de la línea esfuerzo-deformación y es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material. El concreto presenta un comportamiento elastoplástico y por ello los esfuerzos no son directamente proporcionales a la deformación. Por lo anterior, ha sido necesario definir términos como módulo secante y módulo tangente en un intento por convenir un valor para el módulo de elasticidad del concreto.

$$E_C = {W_C}^{1.5}\, 4000 \sqrt{f'c} \qquad \frac{kg}{cm^2}$$

Para concreto de peso unitario normal Wc está comprendido entre 1.45 y 2.5 t/m3, consideramos un Wc de 2.4 t/m3.

$$E_C = 15{,}000 \sqrt{f'c} \qquad \frac{kg}{cm^2}$$

El módulo de elasticidad al esfuerzo cortante,

$$G = \frac{E_C}{2(1 + \mu)}$$

El coeficiente de Poisson, se ha demostrado experimentalmente que varía entre 0.12 y 0.20. Se asume el siguiente valor:

$$\mu = 0.17$$

Para el diseño se considera un concreto de:

F'c =	210 kgf/cm2
Ec =	217330.651 kgf/cm2
G =	92876.346
μ =	0.17

4.3.3. Albañilería

Para este proyecto se utilizarán las unidades de albañilería para el sistema de albañilería confinada y tabiquería.

4.3.3.1. Albañilería confinada

Compuesto por la unidad albañilería, mortero, acero y concreto. La unidad de albañilería solida o maciza que se usará es el ladrillo King Kong Industrial fabricados de arcilla cocida de los cuales obtenemos sus propiedades de la Tabla 9, Artículo 13 de la norma E-070 de Albañilería.

La resistencia a la compresión de la unidad es su propiedad más importante porque determina la resistencia del muro (f_b').

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 módulo de elasticidad se puede obtener porque se conoce el gráfico de esfuerzo-deformación obteniéndose solo resultados empíricos. Los valores varían entre 400f'm y 1000f'm.

El módulo de corte se obtiene por la siguiente fórmula:

$$G_m = \frac{E_m}{\varepsilon}$$

Sin embargo, basándose en ensayos se pueden obtener valores aproximados con la siguiente relación:

$$G_m = \frac{E_m}{2(1 + \mu)}$$

El módulo de Poisson varía de 0,2 a 0,35 hacia la rotura, por lo tanto, se toma un valor de 0,25.

Para el diseño de consideran los siguientes valores, el concreto y acero tendrán las mismas propiedades antes descritas:

Resistencia a la compresión axial de las unidades		f'_b=	145	kg/cm2
Resistencia a la compresión axial de la albañilería		f'_m=	65	kg/cm2
Resistencia al corte de la albañilería		v'_m=	8.1	kg/cm2
Módulo de elasticidad	$E_m = 500f'_m$	E_m=	32500	kg/cm2
Módulo de corte	$G_m = 0.4E_m$	G_m=	13000	kg/cm2

Tabla 15. Propiedades de albañilería (Fuente: E070)

4.3.3.2. Tabiquería

No se usa con fines estructurales, por lo tanto, solo cargan las vigas de amarre que poseen.

El peso unitario es de 1400 kg/cm3.

4.4. Normas empleadas

Para el análisis y diseño estructural:

- R.N.E.: "Norma A-120: Accesibilidad para las personas con discapacidad y de las personas adultas"
- R.N.E.: "Norma E-020: Cargas"
- R.N.E.: "Norma E-030: Diseño Sismorresistente", vigente desde el año 2016
- R.N.E.: "Norma E-050: Suelos y Cimentaciones"
- R.N.E.: "Norma E-070: Albañilería"
- R.N.E.: "Norma IS-010: Instalaciones sanitarias para edificaciones"

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- R.N.E.: “Norma EM-070: Transporte Mecánico”

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 V

ESTRUCTURACIÓN

5.1. Definición de Estructuración.

La estructuración consiste en la definición y ubicación de miembros o elementos independientes con determinadas características geométricas para conformar una estructura única, con la finalidad de evitar las fallas estructurales que se pueden presentar en el edificio ante las solicitaciones transmitidas por las cargas permanentes y eventuales.

Mientras más compleja es la estructura, más difícil resulta predecir su comportamiento sísmico. Por esta razón, es aconsejable que la estructuración sea lo más simple posible procurando una configuración uniforme en planta como en elevación, además de una adecuada distribución de los elementos estructurales, de manera que la idealización necesaria para su análisis sísmico se acerque lo más posible a la estructura real.

Para los elementos que no estén unidos a la estructura tendrá que evitarse que su ubicación distorsione la distribución de fuerzas puesto que podría generar fuerzas en elementos para los que no fueron diseñados.

En su proceso se combinan tres factores que son: forma, materiales y geometría del elemento y cargas, lo cuales son determinantes para su funcionalidad, economía y estética. Teniendo en cuenta otras características, como son la mano de obra y equipo disponible.

5.2. Criterios de Estructuración

Los principales criterios de estructuración que es necesario tomar en cuenta para lograr una estructura sismo-resistente son:

5.2.1. Resistencia y ductilidad

Debe otorgársele una resistencia mínima en dos direcciones ortogonales para una adecuada resistencia sísmica, complementándolo con la ductilidad necesaria para cada elemento, así como para sus conexiones. La ubicación de las rótulas plásticas constituye un factor importante, siendo su mejor ubicación en elementos que proporcionen menor estabilidad a la estructura.

5.2.2. Hiperestaticidad y monolitismo

Una disposición hiperestática brindará a la estructura una mayor capacidad resistente, como indica Blanco Blasco: “Por producción de rótulas plásticas, se disipe en mejor forma la energía sísmica y, por otra parte, al aumentar la capacidad resistente se otorga a la estructura un mayor grado de seguridad”.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.2.3. Uniformidad y continuidad de la estructura

La estructura deberá conservar una uniformidad en ambos planos evitando concentración de esfuerzos en pisos con menor número de elementos estructurales o dimensiones inferiores provocando el efecto de "Piso blando".

De existir edificios adyacentes, con diferentes alturas de entrepiso, que han sido conformados para un objetivo en común, se debe determinar una adecuada separación sísmica para evitar un choque entre ellos al tener diferentes tipos de vibración.

Del proyecto: Está conformado por edificios ubicados de manera adyacente con una misma altura, para aquellas que tiene discontinuidad en elevación se les ha separado por juntas sísmicas como es el caso de la piscina y polideportivo.

5.2.4. Simplicidad y simetría

La simplicidad en una estructura hace que tenga un mejor comportamiento ante cargas sísmicas esto porque: predecir su comportamiento es más sencillo para una estructura simple que para una compleja, la falta de simetría podría provocar efectos torsionales en la estructura, una marcada distancia en el centro de masa y el de rigidez causaría un efecto de torsión que conllevaría a un mayor esfuerzo en los elementos estructurales.

Del proyecto: Para evitar figuras en L, de longitud larga o interrupción abrupta del diafragma producida por las escaleras o ascensores se ha dividido las edificaciones por juntas sísmicas.

5.2.5. Rigidez lateral

Para que una estructura pueda resistir fuerzas horizontales se la debe proveer de elementos que aporten la rigidez lateral necesarias en sus direcciones principales.

Del proyecto: Para evitar edificios flexibles se ha provisto el uso de muros de corte o placas en todos los niveles que le provean de rigidez.

5.2.6. Existencia de losas que permitan considerar a la estructura como unidad (diafragma rígido)

La función de una losa es distribuir la carga de gravedad en columnas y placas, de modo que se mantenga una misma deformación lateral para un nivel.

Del proyecto: Para el Pabellón 01 se ha decidido independizar en tres secciones (Módulos 01, 02 y 03) mediante juntas sísmicas, puesto que, al ser una estructura alargada puede fallar en sus extremos ante un evento sísmico, del mismo modo, para el puente que une a los pabellones.

5.2.7. Elementos no estructurales

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 influencia de los elementos secundarios (no estructurales) se debe tomar en cuenta durante el análisis de la estructura. Dependiendo el diseño que haya dado, ya sea por pórticos o pórticos con apoyo de placas, tendrá importancia considerarlos en su análisis.

Del proyecto: No se tiene abundante tabiquería en los edificios para uso de aulas, sin embargo, para aquellos de uso administrativo, es mayor; como la estructura está basada en pórticos con placas, se puede despreciar la rigidez proporcionada por los muros en el modelado y análisis.

5.2.8. Sub-estructura o cimentación

La regla básica respecto a la resistencia sísmica de la sub-estructura es que se debe tener una acción integral de la misma durante un sismo. Dependiendo del tipo de suelo en el que se haya cimentado debe considerarse la posibilidad de giro de la cimentación el cual afectaría desde el periodo de vibración al diseño de los diferentes elementos estructurales.

5.2.9. Diseño en concreto armado

Algunas de las consideraciones son:

- Para elementos sometidos a flexión y corte (losas y vigas) evitar su falla a compresión limitando la cuantía.

- En columnas, sometidas a flexocompresión, diseñarlas con mayor capacidad que las vigas, de modo que se evite las rótulas se formen en los extremos de columnas.

5.3. Objetivos de Estructuración.

Toda estructura debe cumplir la función para la que fue diseñada con un grado razonable de seguridad, tratándose cada estructura como un sistema independiente como parte un sistema más complejo. Por lo tanto, una estructura se considera que tiene un diseño adecuado cuando cumple con los requisitos para los que fue proyectado, como:

- Estructura funcional.
- Estructura resistente.
- Costo no sea elevado.
- Brinde seguridad a los ocupantes.
- Sea estéticamente aceptable.

5.4. Ejemplo de estructuración.

La estructuración se dará siguiendo los pasos siguientes:

1. Se comienza definiendo los ejes de referencia “X” 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

2. Se define la ubicación de los elementos estructurales verticales como columnas y placas.
3. Luego se procede a conectar estos elementos adecuadamente mediante vigas peraltadas dando lugar a los pórticos.
4. Cuando existan tabiques apoyados en losas aligeradas de un solo sentido, donde las viguetas estén ubicadas paralelamente a los tabiques, será necesario diseñar vigas chatas.
5. Por último, se definen las losas, estas pueden ser aligeradas, unidireccionales o bidireccionales; o macizas, dependiendo de las dimensiones de los paños y las cargas que soportan.

5.5. Planteamiento estructural

5.5.1. Pabellón 1

El planteamiento estructural tiene las siguientes características:

- Por la longitud del pabellón se ha dividido en 03 módulos separados por juntas sísmicas.
- Los edificios de los extremos se estructuraron de manera similar, a diferencia del edificio del medio que alberga las escaleras y corredores.
- La losa aligerada es de 20 cm en todos los casos y armada en una dirección, para los niveles 01 y 02 se tienen aberturas no mayores al 10% del área.
- Las vigas se tomaron de 60 cm de altura con un ancho de 30 cm para todas las vigas del eje Y-Y y del eje X-X de 25 cm de ancho y 60 cm de peralte para uniformizar, para el módulo 01 y 03; para el 02, de 50 cm en ambos ejes, además, las vigas perimetrales de 20 x 20.
- Se usó un sistema de pórticos, para los módulos 01 y 03, con mayor peralte en el eje Y-Y, en los ejes perimetrales de la dirección X-X se recurrieron a placas en las esquinas en forma de L, resultando un sistema mixto.
- Para el módulo 02 no se contaba con tabiquería por lo cual para aportar rigidez se consideró placas en la caja de la escalera y en las esquinas del eje X-X, con lo cual se logró que el centro de masas coincidiera con el centro de rigidez.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

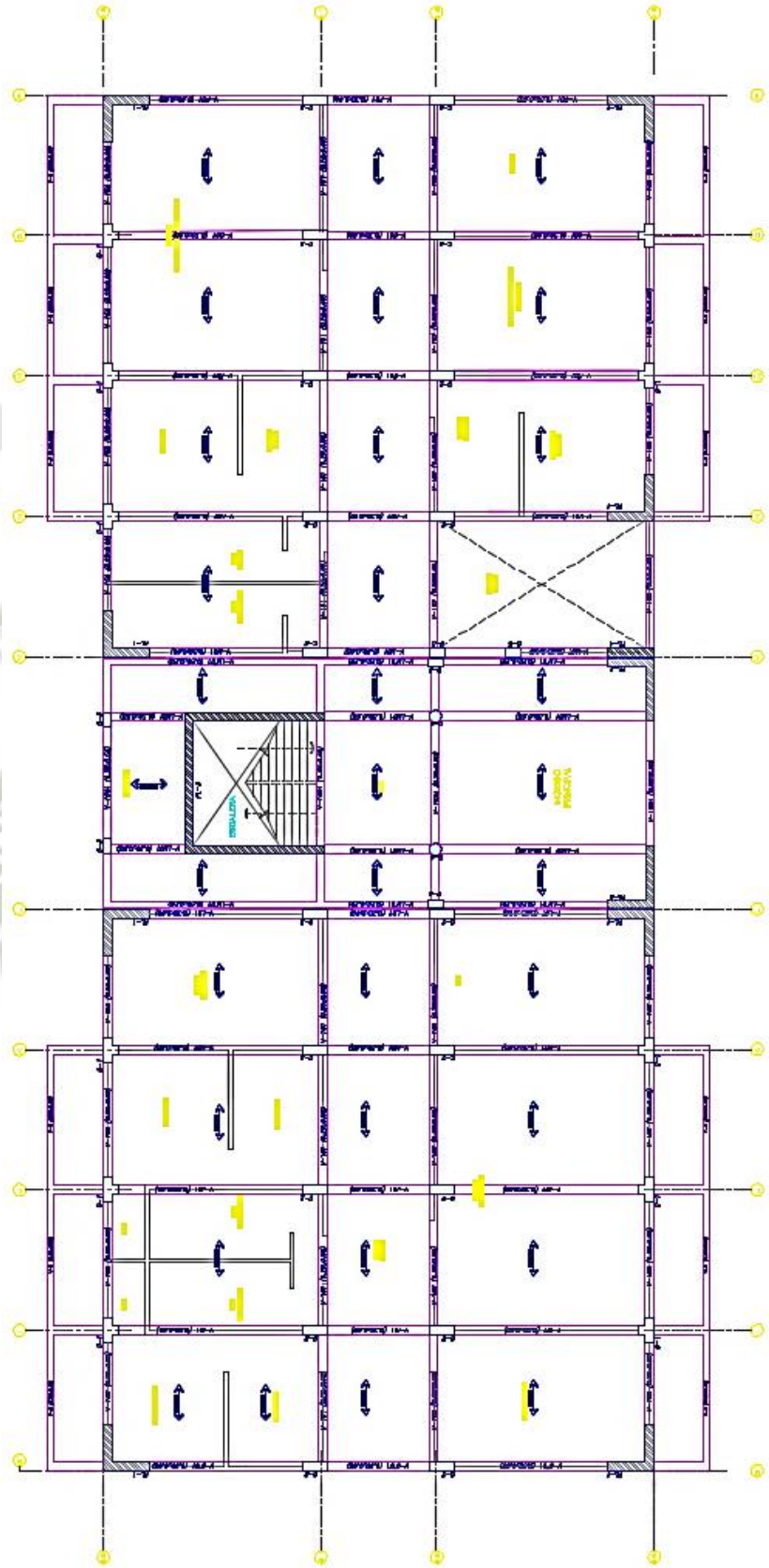


Figura 10 – Estructuración Pabellón 01 (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.5.2. Pabellón 2,3, 4, 5, 6 y talleres

El planteamiento estructural de los 06 pabellones es el mismo por compartir las mismas solicitaciones de uso y arquitectónicas.

- Los edificios están destinados a aulas en ambos pisos con muros con ventana en el eje X-X y de división de aulas en el eje Y-Y.

- Se usó un sistema de albañilería portante en el eje X-X en los muros divisorios y para el eje Y-Y con placas; además, se usaron pórticos para los ejes centrales de las aulas.

- Dadas luces no mayores a 7.00 se usaron vigas con peralte de 65 cm y 55 cm en pabellones 02 y 03, y 04 y 05, respectivamente, en eje Y-Y pudiéndose disminuir en el piso superior, además de losas de 20 cm y armadas en una dirección (X-X). Para los pasadizos se usaron vigas soleras de 30x20.

- Para el pabellón 06 se siguió el mismo modelo con placas en una dirección y muros portantes en el eje perpendicular.

- Para los talleres no se pudo usar muros de albañilería portante porque la arquitectura no lo permitían, de manera que solo se usaron columnas y placas es las esquinas.

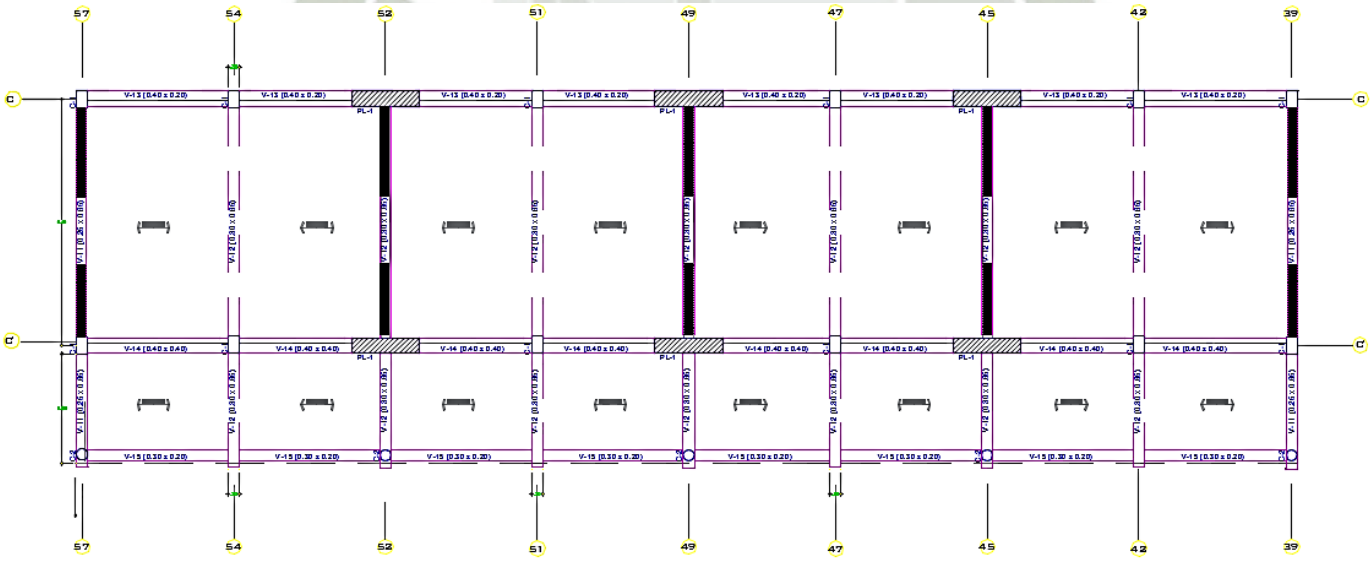


Figura 11 – Estructuración Pabellón 2, 3, 4, y 5 (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

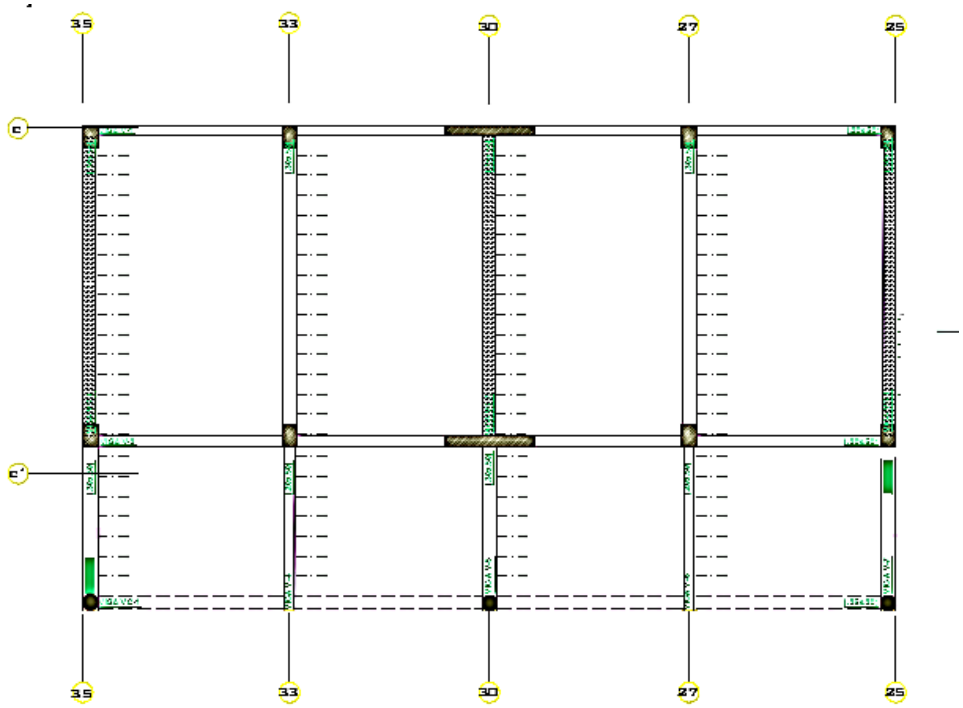


Figura 12 – Estructuración Pabellón 06 (Fuente: propia)

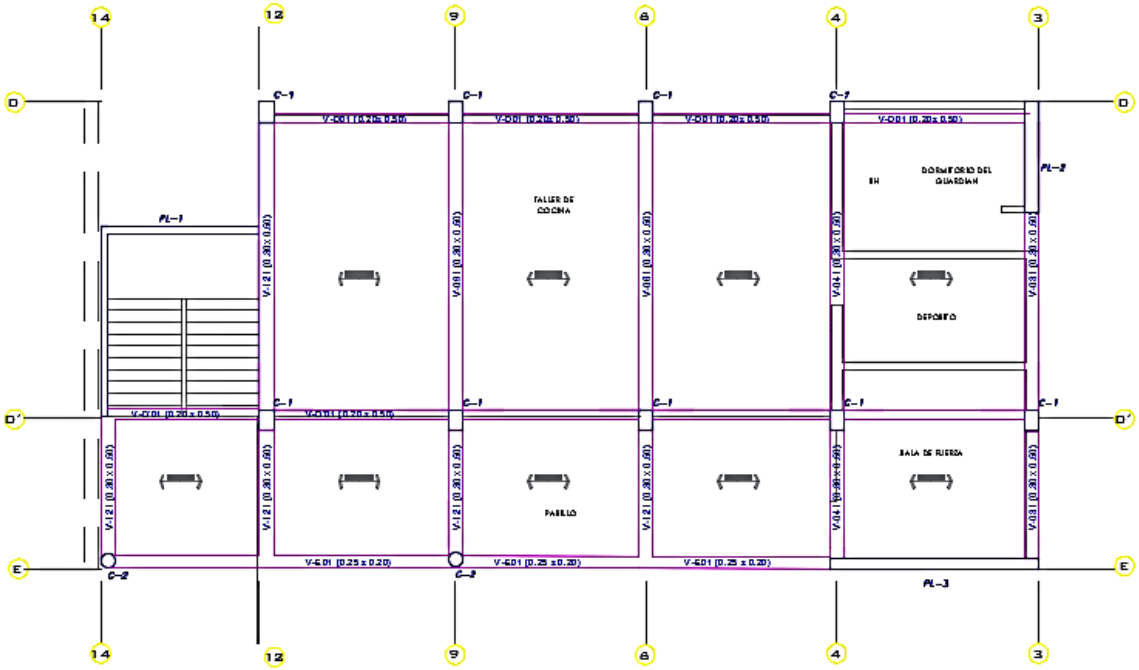


Figura 13 – Estructuración Talleres (Fuente: propia)

5.5.3. Sum + Foyer

Se decidió aislar ambos ambientes mediante una junta sísmica. Para el SUM se usará un sistema de columna-viga que cargará el techo metálico.

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 Foyer se dotará de pórticos, en los paños más grandes el aligerado se armará en el sentido X-X y para los pequeños, en el sentido Y-Y.

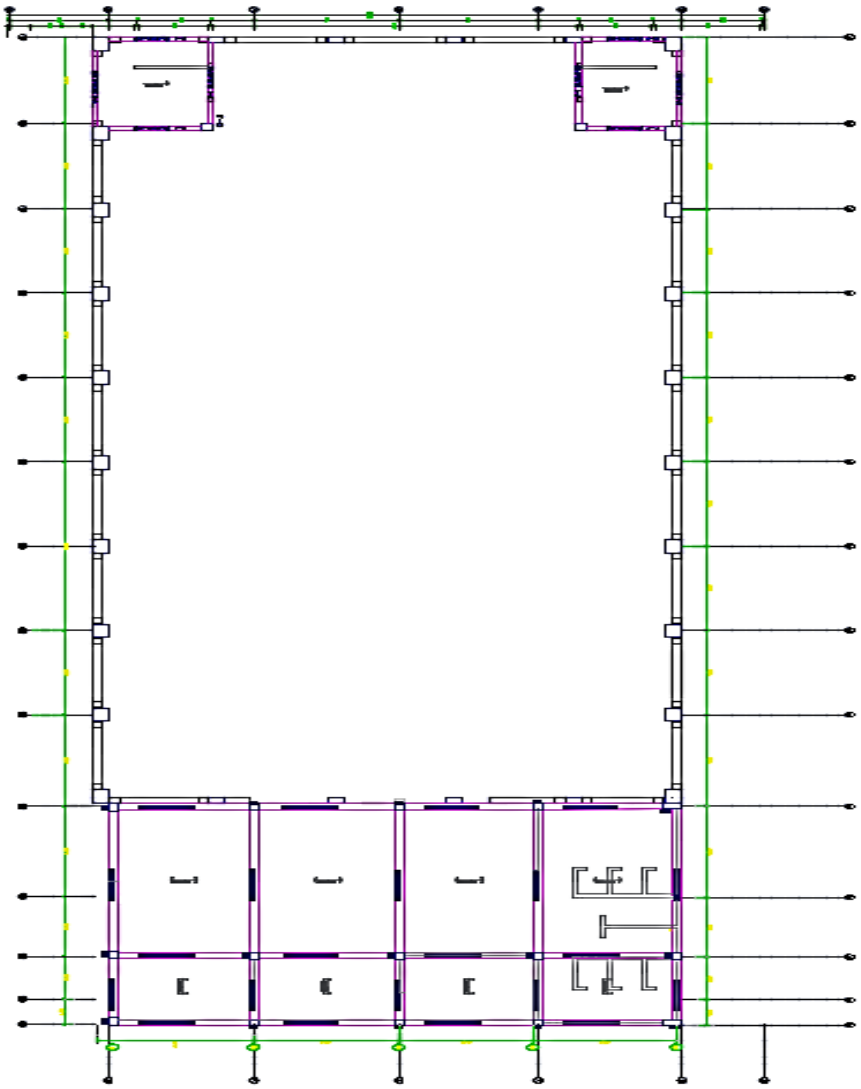


Figura 14 – Estructuración SUM + Foyer (Fuente: propia)

5.5.4. Polideportivo

Se usó un sistema de pórticos para el soporte de la estructura metálica y cobertura aislada de los ambientes que alberga en su interior, los cuales tendrán como elementos resistentes columnas y muros de concreto armado para las graderías.

Las losas serán unidireccionales en los paños entre los ejes 8-5 y bidireccionales, los que encuentren en los ejes 34-29.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

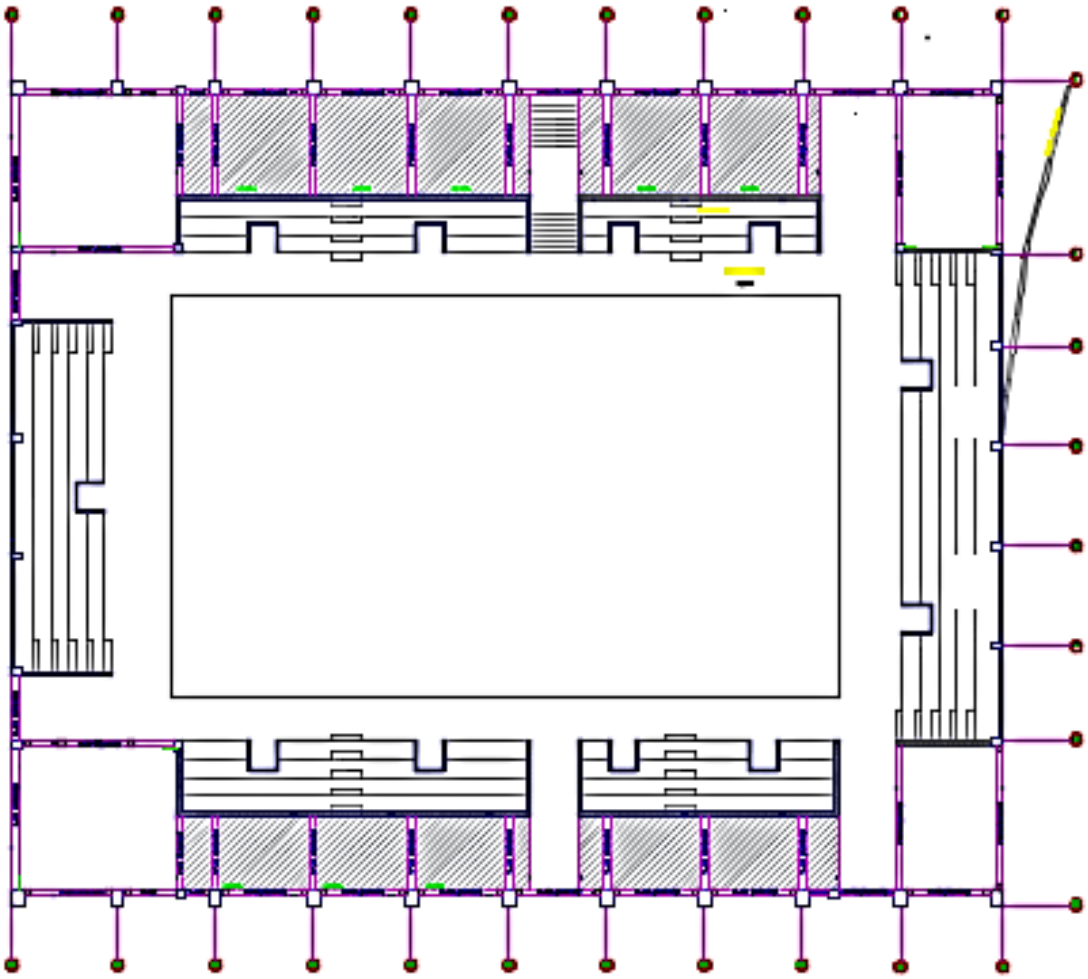


Figura 15 – Estructuración Polideportivo (Fuente: propia)

5.5.5. Piscina

Del mismo modo que el polideportivo, contamos con una estructura compuesta de pórticos. Para los vestidores se aisló y se estructuró con pórticos ubicado al frente de la estructura principal, con losas unidireccionales en el sentido X-X para todos los paños.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

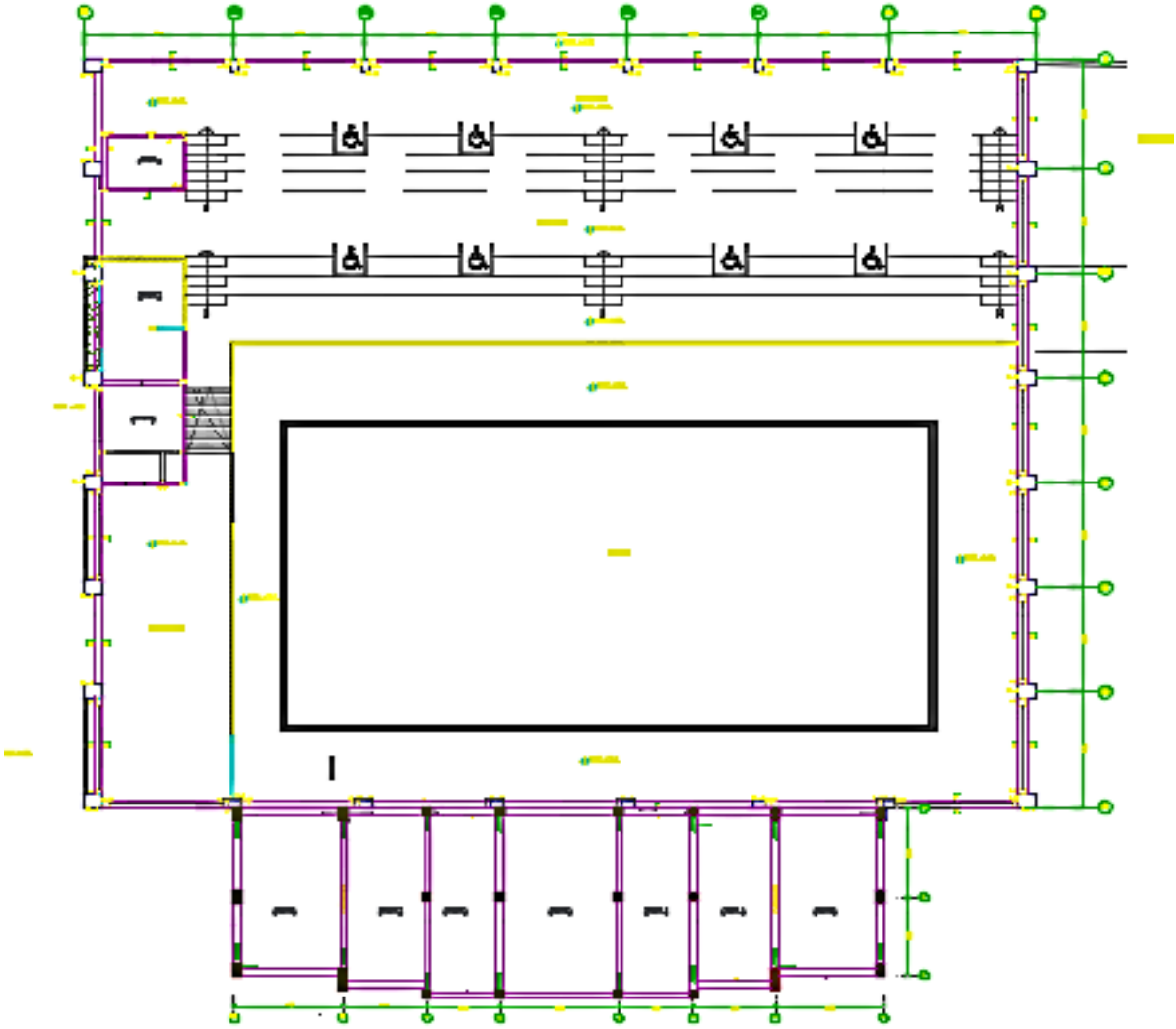


Figura 16 – Estructuración Piscina (Fuente: propia)

5.5.6. SS. HH.

Tiene forma irregular vista en planta, está compuesta por vigas soleras, muros de albañilería que proporcionan de un adecuado aislamiento acústico y una losa aligerada de 20 cm de espesor.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

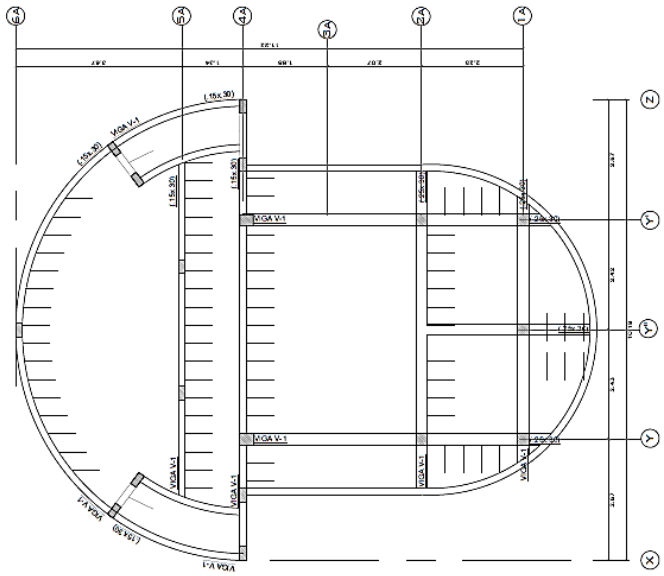


Figura 17 – Estructuración Servicios Higiénicos (Fuente: propia)

5.5.7. Cafetería

Tiene forma irregular vista en planta, está compuesta por vigas soleras, muros de albañilería confinados y una losa aligerada de 20 cm de espesor.

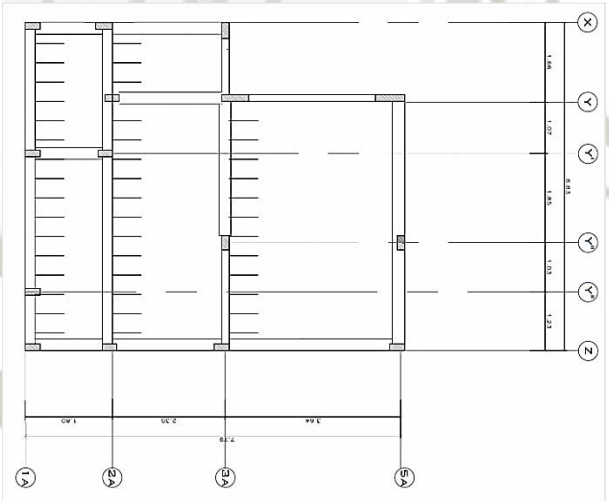


Figura 18 – Estructuración Cafetería (Fuente: propia)

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

PREDIMENSIONAMIENTO

6.1. Definición de Pre dimensionamiento.

El pre dimensionamiento consiste en la determinación de propiedades geométricas preliminares a elementos que componen una estructura, aquellas que serán utilizadas para soportar las cargas a las que estarán sometidas.

Se pueden utilizar medios analíticos básicos basados en la experiencia tomando en cuenta dimensiones como la luz de una viga, cargas de servicio aplicadas o resistencia del concreto. Posterior a esto se realiza un análisis que determinará si las dimensiones son o no suficientes, de no serlo se procede al dimensionamiento y un nuevo análisis.

6.2. Objetivos de Pre dimensionamiento.

- Proporcionar de dimensiones estimadas a cada elemento estructural que compone la edificación.

6.3. Pre dimensionamiento de Losas Aligeradas

Según Blanco Blasco, un criterio práctico para losa aligerada en una dirección y con sobrecarga de hasta 350 kg/m2 se empleará el siguiente espesor o peralte:

H = 17 cm	Para luces menores de 4 m
H = 20 cm	Para luces comprendidas entre 4 y 5 m
H = 25 cm	Para luces comprendidas entre 5 y 6 m
H = 30 cm	Para luces comprendidas entre 6 y 7.5 m

Se debe entender que “H” expresa el peralte o espesor total de la losa aligera e incluye los 5 cm de losa superior y el espesor del ladrillo de techo. En el Perú los espesores de ladrillo son 0.12 m., 0.15 m., 0.20 m. y 0.25 m. Es por esta razón que los espesores de los aligerados son de 0.17 m., 0.20 m., 0.25 m. y 0.30 m.

En caso de sobrecargas de 500 kg/m2 en un paño con una luz de 5.5 m es probable que requiera un aligerado de 25 cm en lugar de los 20 cm que le corresponde.

Según Ángel San Bartolomé cuando las luces son semejantes (L1 ~ L2) o cuando L1>5 m, se recomienda colocar perpendicularmente al armado, en la zona central del techo, una doble vigueta (dos viguetas juntas), cuyo objetivo es proporcional rigidez torsional a las viguetas principales y también “coser” una posible fisura que puede formarse en la zona de contacto vigueta-bloque por flexión en el sentido ortogonal al armado; esta doble vigueta no actúa como apoyo al aligerado.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

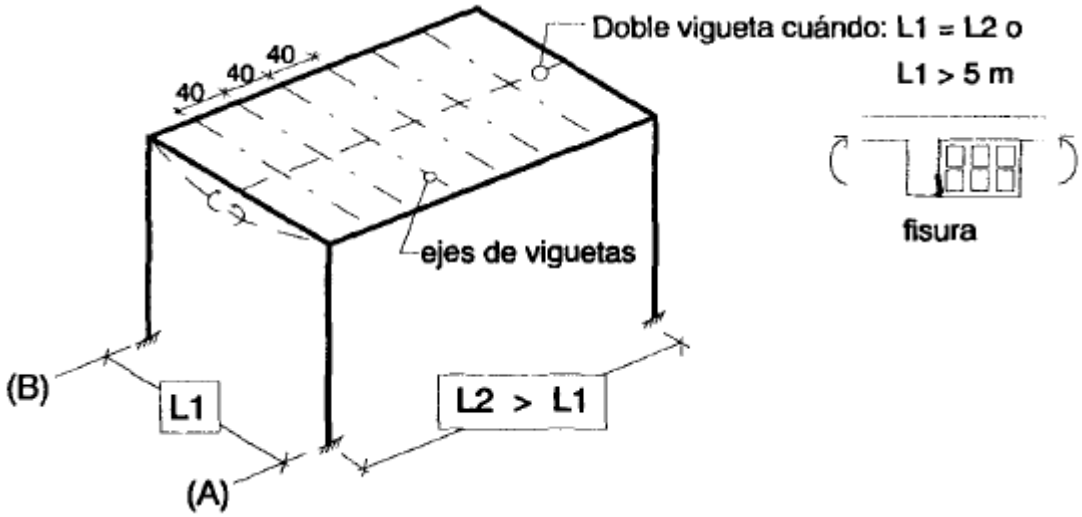


Figura 19 – Aligerado unidireccional (Fuente: "Análisis de edificios"- Ángel San Bartolomé)

En caso de tabiques de ladrillo paralelos a la dirección de las viguetas será necesario diseñar una viga chata, con un peralte igual al espesor del aligerado, con la intención de reforzar el techo; cuando los tabiques están dispuestos en forma perpendicular, no es factible una viga chata, a veces es necesario aumentar el espesor del techo.

En aligerados de grandes luces o cuando la sobrecarga es importante, será necesario ensanchar las viguetas en las zonas donde el cortante actuante (V) resulte mayor al resistente (Vc).

Según Gian Franco Ottazi para mejorar la capacidad de las viguetas frente a los esfuerzos cortantes, como no se utiliza refuerzo de acero (estribos) para soportar el cortante, se hace uso de ensanches que pueden ser alternados o corridos y constan de retirar ladrillos y llenar esos espacios con concreto.
Es conveniente el uso de ensanches en aligerados, de no usar ensanches sería necesario y menos económico:

- Aumentar la resistencia del concreto f'c
- Aumentar el ancho bw de las viguetas
- Aumentar el peralte h de las viguetas

Según la norma E-060 los peraltes o espesores mínimos de losas aligeradas se determinan con la siguiente tabla:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Tabla 16. Espesor mínimo losa en una dirección (Fuente: Norma E-060)

Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal (alrededor de 2300 Kg/m3) y refuerzo con fy igual a 420 MPa.

Cabe resaltar que en los paños que no soporten tabiques de albañilería y cumplan con lo establecido en el acápite 10.4.1.1 de la NTE E.060, no se calculará las deflexiones, en cambio en aquellos que sí soporten tabiques o una sobrecarga de 500 Kg/m2,

Para el proyecto se han usado losas de 20 cm de espesor en su mayoría, con excepción de la zona de vestidores del polideportivo donde se colocaron losas bidireccionales con espesor de 25cm para luces mayores a 6.00 m.

6.4. Pre dimensionamiento de Losas Macizas

Según la norma E-060 espesores mínimos de losas macizas se determinan con la siguiente tabla:

ESPESORES MÍNIMOS DE LOSAS SIN VIGAS INTERIORES*

fy MPa †	Sin ábacos ‡			Con ábacos ‡		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde §		Sin vigas de borde	Con vigas de borde §	
280	$\frac{\ell n}{33}$	$\frac{\ell n}{36}$	$\frac{\ell n}{36}$	$\frac{\ell n}{36}$	$\frac{\ell n}{40}$	$\frac{\ell n}{40}$
420	$\frac{\ell n}{30}$	$\frac{\ell n}{33}$	$\frac{\ell n}{33}$	$\frac{\ell n}{33}$	$\frac{\ell n}{36}$	$\frac{\ell n}{36}$
520	$\frac{\ell n}{28}$	$\frac{\ell n}{31}$	$\frac{\ell n}{31}$	$\frac{\ell n}{31}$	$\frac{\ell n}{34}$	$\frac{\ell n}{34}$

Tabla 17.Espesor mínimo losa de dos direcciones (Fuente: Norma E-060)

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 valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal (alrededor de 2300 Kg/m3) y refuerzo con fy igual a 420 MPa.

Existen también dos fórmulas prácticas para definir el peralte de losas macizas en dos direcciones:

- El peralte se obtiene de dividir la mayor luz libre del paño entre 40.
- El peralte es el perímetro interior del paño entre 180.

El peralte mínimo de la losa será el mayor valor que se obtenga de estos resultados.

Se colocaron losas macizas para los ascensores donde se usó un espesor tentativo de 20 cm debido a estar a grandes cargas y de 10 cm para la losa del techo.

6.5. Pre dimensionamiento de Vigas

Según Blanco Blasco para dimensionar las vigas:

- Se considera un peralte del orden de 1/10 a 1/12 de la luz libre, el cual incluye el espesor de la losa.
- Se considera un ancho del orden de 0.3 a 0.5 del peralte de la viga.

Según la norma E-060 los peraltes o espesores mínimos de vigas se determinan con la tabla 015.ubicada en el presente capítulo.

Se colocaron en su mayoría vigas peraltadas para luces mayores a 5.50 m y en los ejes perpendiculares se conservó el peralte para uniformizas.

6.6. Pre dimensionamiento de Columnas

Las columnas están sometidas a flexión compuesta (carga axial y momento flector) y cortante teniendo que estar dimensionadas considerando estos efectos simultáneamente.

El sistema desarrollado consta de un sistema de pórticos y muros de corte, lo que permite reducir los momentos en columnas debido a sismos.

Existen diferentes métodos para el cálculo de las dimensiones de columnas, presentaremos algunos de los más utilizados.

Basándonos en el libro de Blanco Blasco podemos dar lo siguientes criterios:

- Para edificios que tengan muros de corte en las dos direcciones, tal que la rigidez lateral y la resistencia van a estar principalmente controladas por los muros, las columnas se pueden dimensionar suponiendo el área igual 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

$$Área\ de\ columna = \frac{P_{(servicio)}}{0.45f'c}$$

- Para el mismo tipo de edificio, el dimensionamiento de las columnas con menos carga axial, como es el caso de las exteriores o esquineras, se podrá hacer el área igual a:

$$Área\ de\ columna = \frac{P_{(servicio)}}{0.35f'c}$$

Donde:

$P_{(servicio)}$= Carga de servicio= P * A * N
P= Carga actuante
A= área tributaria
N= número de pisos

2. Un método práctico es el siguiente:

Tipo de Columna	Fórmula
Central	L=H/8
Borde	L=H/10
Esquina	L=H/9

Tabla 18 Método practico columna (Fuente: Propia)

Donde:
H: Altura de piso

6.7. Pre dimensionamiento de Placas

Sometidas a flexión compuesto y corte, como en el caso de las columnas, se denominan muros de cortante debido a que absorben la carga lateral del edificio, provocada por sismo o viento, se transfiere por cortante horizontal estos elementos y porque dada su rigidez absorben las fuerzas de sismo.

Según Blanco Blasco las placas tienen como espesor mínimo 10 cm, generalmente se considera de 15 cm para edificios de pocos pisos y de 20 cm a más conforme se aumenten el número de pisos.

Para el pre dimensionamiento se sigue el siguiente procedimiento: asumidas unas dimensiones de las placas y un refuerzo horizontal mínimo, se calcula la fuerza cortante (ØVn), el valor obtenido se compara con la cortante actuante (Vu), comprobando así si las placas son adecuadas.

La capacidad al cortante que toma la placa es la que provee el concreto y acero de refuerzo y la fuerza cortante se obtiene de 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

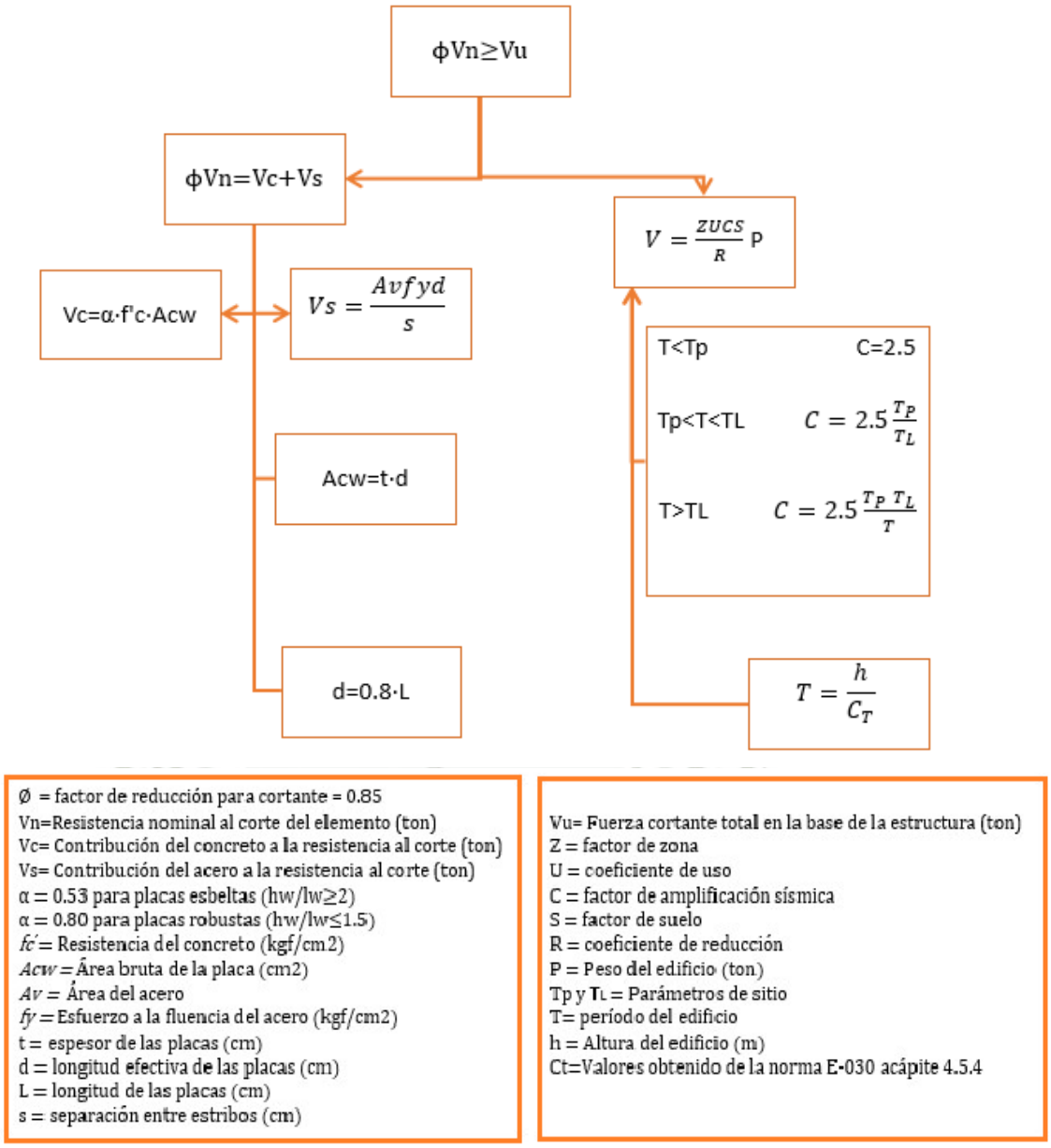


Figura 20. Flujograma para pre dimensionamiento de placas (Fuente: propia)

6.8. Pre dimensionamiento de Muros confinados

Los muros confinados estructurales están diseñados para soportar la carga muerta y viva actuante en la losa, además de su propio peso, además, de las fuerzas horizontales de sismo o viento.

Se encuentra confinado en su perímetro por columnas de confinamiento, que amarra los muros para que no se corran en caso de un movimiento sísmico, y vigas soleras, encargadas de transmitir las cargas provenientes de la losa.

Se predimensiona el espesor efectivo de muros y densidad mínima de muros reforzados.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.8.1. Espesor efectivo

La norma E070 en el acápite 19.1.a. no dice que para las zonas sísmicas 2 y 3 el espesor debe cumplir la siguiente expresión

$$t \geq \frac{h}{20}$$

Donde "h" es la altura libre de la albañilería.

6.8.2. Densidad mínima de muros reforzados

La densidad mínima se determina, con la siguiente expresión que se obtiene de la E070 en el acápite 19.2.b:

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Donde:
L = longitud de muros incluyendo columnas
T=espesor efectivo
Ap= Área de planta típica
N= número de pisos del edificio

Se colocaron muros confinados para los pabellones 02, 03, 04, 05 y 06 debido a la coincidencia de muros en el eje Y-Y con un espesor de 25 cm mayor al requerido (17 cm). Para el eje X-X nos encontramos ventanas a lo largo del muro, por lo que, se usaron muros estructurales de concreto armado.

6.9. Pre dimensionamiento de Muros de Contención

Un muro de contención es una estructura que soporta carga lateral proveniente del empuje del suelo y carga verticales. Tendrá la función de cerco perimétrico en aquellos tramos que colinda con propiedad de terceros en un nivel de piso terminado menor.

Se inicia con un pre dimensionamiento tentativo de pantalla, puntera y talón basado en la altura del muro que luego deberá ser verificado.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

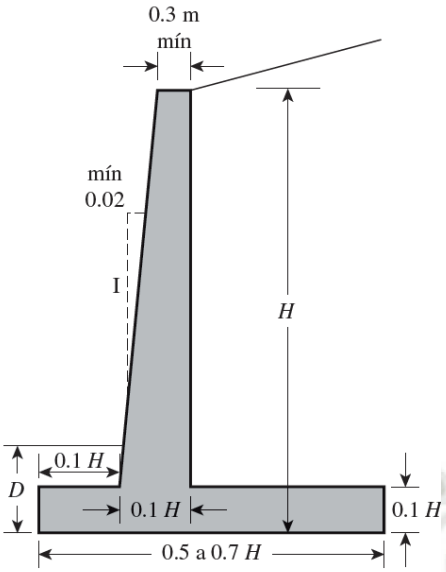


Figura 21 – Dimensiones aproximadas para muro en voladizo (Fuente: "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones – Braja M. Das)

En este proyecto observamos que el nivel de piso colindante es superior en 3.45 m para lo cual se usará un muro de contención que tendrá una profundidad "D" igual a 1.40 m y sobresaldrá 0.30 m de la vereda colindante, por lo tanto, el muro tendrá una altura total de 5.15 m, para el cual calculamos las siguientes dimensiones:

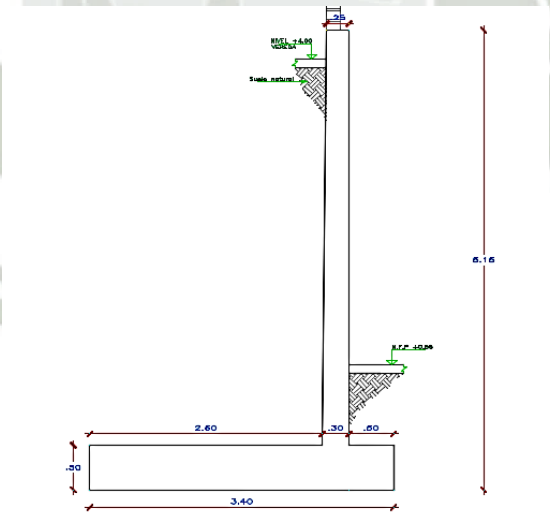


Figura 22 – Pre dimensionamiento muro de contención (Fuente: propia)

6.10. Pre dimensionamiento del Ascensor

El ascensor es un sistema de transporte vertical, diseñado para facilitar el movimiento de personas u objetos, y cubrir con la movilidad de la población discapacitada a diferentes niveles de la estructura velando por la seguridad de la vida y el bienestar público. Las condiciones generales y requisitos de diseño para

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

su utilización se encuentran indicados en la Norma EM.070 "Transporte Mecánico" del RNE.

Las características de la cabina del ascensor:

- Capacidad: La cabina será proyectada para una capacidad de 8 personas a razón de 75 kg por persona con una carga total de 600kg. Además, podrá albergar a una persona en su silla de ruedas con un acompañante y permitir el giro de 360° de la misma. Por lo tanto, como lo indica la norma EM 070 en el artículo 1.14 su área mínima tendrá que ser de 1.40m2.
- Estructura: Estará cerrado por medio de muros de concreto armado (placas).
- La velocidad será de 1m/s.
- La altura del sobre recorrido medida desde el nivel de piso de la última parada hasta la parte inferior de la losa de fondo del cuarto máquinas, según el acápite 4.16, no deberá ser menor de 4m.

Las características del cuarto de máquinas:

- Según, el acápite 1.2., la altura mínima será de 2m.

Las características del pozo:

- En la parte inferior del pozo debe preverse un foso protegido de infiltraciones de agua.
- Su altura, según el acápite 4.16, no deberá ser menor de 1.30m.

Dimensiones asignadas:

Para la cabina

Dimensiones externas	2.00 x 2.10 m
Dimensiones internas	1.80 x 1.70 m
Sobre recorrido	4.45 m
Puerta	0.80 x 2.20 m

Para el pozo:

Altura	1.40 m
Ancho	2.00 m

Para el cuarto de máquinas:

Altura	2.40m
Dimensiones	3.30 x 2.10 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

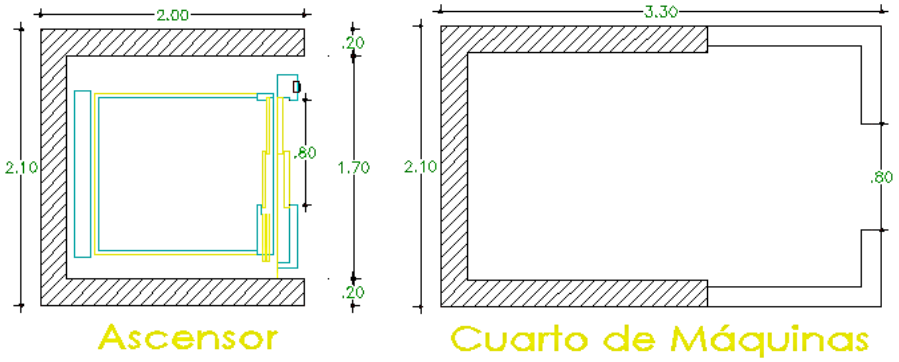


Figura 23 – Pre dimensionamiento ascensor y cuarto de máquinas – Vista en planta (Fuente: propia)

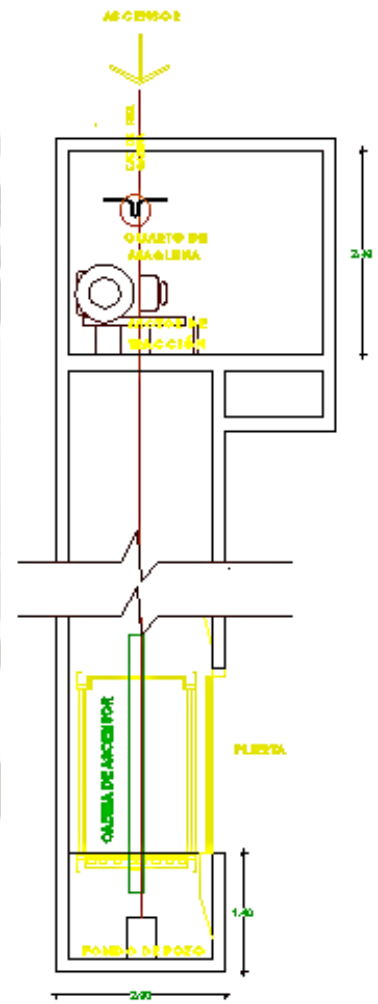


Figura 24- Pre dimensionamiento ascensor 01 – Vista en elevación (Fuente: propia)

6.11. Pre dimensionamiento de Escaleras

Las escaleras son elementos de circulación vertical que se utilizan para unir diferentes niveles o pisos en las edificaciones. Clasificándolas como integradas con apoyos en ambos niveles en los que conecta y compuesto por dos tramos de escaleras y un descanso.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Basándonos en el capítulo VI de la Norma A.010 del RNE, mencionaremos algunas condiciones para su dimensionamiento:

- Las escaleras contarán con un máximo de 17 pasos entre descansos.
- En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con la regla de 2 CP + 1P debe tener entre 0.60 y 0.64 m, con un mínimo de 25 cm para los pasos en locales de educación de 0.30 m. y un máximo de 0.18 m para los contrapasos
- El ancho de las escaleras tendrá un ancho mínimo de 1.20 m considerado entre las paredes de cerramiento que la conforman.
- Las escaleras de más de 1.20 m hasta 2.40 m tendrán pasamanos a ambos lados.

Según Roberto Morales para dimensionar la escalera se utilizarán las formulas siguientes:

- Para determinar el espesor de la garganta de la escalera:

$$t = \frac{L_n}{25} \approx \frac{L_n}{20}$$

Donde:
Ln: Distancia medida entre los puntos medios de cada descanso (m)

- Para determinar el cos(Ɵ):

$$cos\theta = \frac{p}{\sqrt{p^2 + cp^2}}$$

Donde:
p: paso (m)
cp: contrapaso (m)

- Para determinar h_o:

$$h_o = \frac{t}{cos\theta}$$

Donde:
t: Espesor de la garganta (m)

- Para determinar h_m:

$$h_m = h_o + \frac{CP}{2} = \frac{t}{cos\theta} + \frac{CP}{2}$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

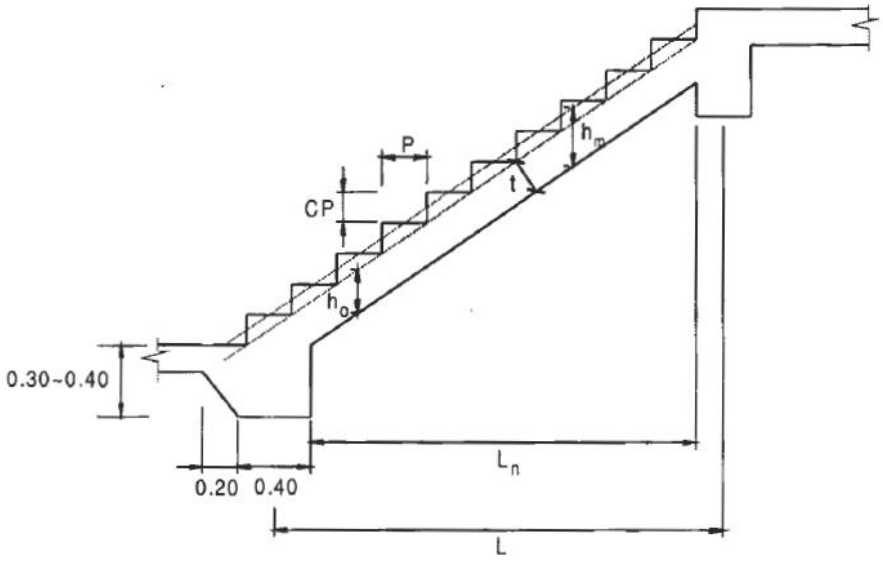


Figura 25. Sección típica escalera (Fuente: "Diseño en concreto armado" – Roberto Morales Morales)

Para el proyecto se determinó un espesor de garganta de 13 cm, unos pasos de 24 cm y un contrapaso de 18 cm.

6.12. Pre dimensionamiento de cisterna

Para el pre dimensionamiento se inicia con el cálculo de la demanda total del cual obtendremos la profundidad, largo y ancho de la cisterna.

De la norma IS010 obtenemos la dotación, señala que para piscinas de recirculación se calculará a razón de

CALCULO DE DOTACIÓN			
PISCINA DE RECIRCULACIÓN			
	Área	312.5 m2	
Piscina		25 L/d por m2	7812.5 L/d
Vestuarios		30 L/d por m2	9375 L/d
OFICINAS			
	Asistentes	60	
		20 L/d por habitante	1200 L/d
CAFETERÍA			
	Área	158.05 m2	
		50 L/d por m2	7902.5 L/d
JARDINES			
	Área	1700 m2	
		5 L/d por m2	8500 L/d
ESTACIONAMIENTO			
	Área	397.94 m2	
		2 L/d por m2	795.88 L/d
EDUCACIÓN SUPERIOR			
	Asistentes	1120	

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

		25 L/d por alumno	28000 L/d
SUM			
	Asistentes	650	
		10 L/d por habitante	6500 L/d
POLIDEPORTIVO			
	Asistentes	850	
		10 L/d por habitante	8500 L/d
		SUBTOTAL	78585.9 L/d
			78.5859 m3

Tabla 19. Cálculo de dotación (Fuente: Propia)

La norma IS010 en el Artículo 8.d indica que cuando solo exista cisterna su capacidad será igual al consumo. Además, se dotará de dos celdas con la misma capacidad, para lo cual se diseñará para una capacidad de 100m3 (50m3 por celda).

Las dimensiones de la cisterna serán:

Losa de fondo	20 cm
Paredes laterales	20 cm
Techo de cisterna	20 cm
Borde libre	50 cm

El área que se ha dispuesto para la cisterna es de 9.60x7.20; pero se ha dispuesto dividir en dos celdas cada una de 50 m3 con un área de 9.60x3.70.

$$Altura\ del\ muro = \frac{50}{9.6 * 3.7} = 1.68\ m$$

Altura del agua	1.80 m
Altura del muro	2.30 m

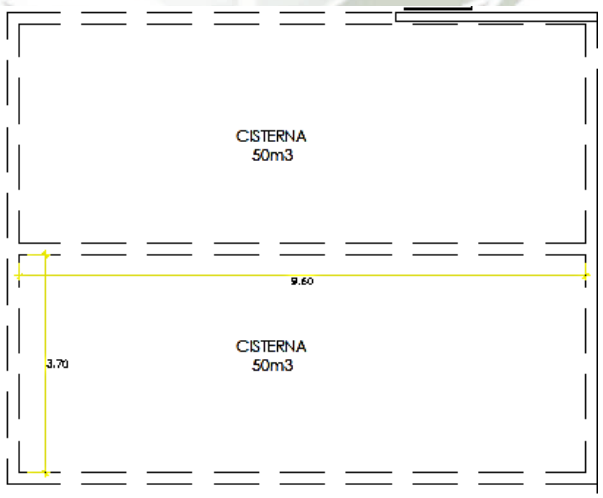


Figura 26. Pre dimensionamiento cisterna – Vista en planta (Fuente: propia)

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 VII

ANÁLISIS SÍSMICO

7.1. Introducción

La filosofía del Diseño Sismorresistente consiste en:

- Evitar pérdida de vidas humanas.
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la Norma E-030 los siguientes principios:

- La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- Para las edificaciones esenciales, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

7.2. Modelo Estructural

Pabellón 01

El siguiente edificio está compuesto por 03 módulos separados por una junta sísmica, con un sistema estructural dual en común para ambas direcciones (R=7).

Los módulos de los extremos (Módulo 01 y 03) al ser los que albergan las oficinas, fueron estructurados, en su mayoría, de manera similar. Compuestos por 04 placas en forma de “L” de 1.5m de lado en ambos sentidos con un espesor de 0.30m ubicadas en las esquinas, con una excepción en el módulo 03 donde en la esquina inferior izquierda la placa se recorrió al siguiente eje (Eje N) por motivos de arquitectura. Además, se usaron columnas en todas las intersecciones de ejes, para los ejes con número perimetrales se colocaron columnas con una geometría en “T”, para el módulo 03, en el eje M entre los ejes 62 y 66 se usaron columnas de menor dimensión.

En el módulo ubicado en el centro (Módulo 02) se compone por dos placas ubicadas en extremo inferior en forma de L de 2.00m de lado en ambos sentidos con un espesor de 0.25m y la caja de la escalera. Además, se usaron columnas en las intersecciones de los ejes 56, 61 y 62 de, aproximadamente, igual área. Las losas se comportaron como diafragmas rígidos en los 03 casos para los 03 niveles.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Pabellón 02, 03, 04 y 05

En el eje X se usó un sistema estructural dual (R=7) con 06 placas de 1.80m de longitud y 0.20 m de espesor y columnas rectangulares en las aulas y circulares en la zona del pasadizo; en el eje Y, un sistema de muros estructurales de albañilería confinada (R=6) con muros portantes de 0.25m de espesor y 6.94m de longitud. La losa se comportó como un diafragma rígido en cada piso.

Pabellón 06

Al igual que en el caso anterior: en el eje X con un sistema estructural dual (R=7) se usaron 02 placas de 1.80m de longitud y 0.20 m de espesor y columnas rectangulares en las aulas y circulares en la zona del pasadizo; en el eje Y, sistema de muros estructurales de albañilería confinada (R=6) con muros portantes de 0.25m de espesor y 6.94m de longitud. La losa se comportó como un diafragma rígido en cada piso.

Talleres

En este caso se usó un sistema estructural dual (R=7) en ambos sentidos con columnas rectangulares teniendo el lado más largo en el eje Y y columnas circulares en la zona del pasadizo. Para ambos niveles la losa tiene un comportamiento de diafragma rígido.

Polideportivo

Para el polideportivo se usó un sistema estructural de pórticos (R=8) con columnas de 70x55 que estarán soportando el peso de la estructura metálica y cobertura. Los ambientes que alberga se han modelado y diseñado independientemente de la estructura principal, se han utilizados losas aligeradas bidireccionales para los paños cuadrados con un espesor de 25 cm, y para las losas aligeradas unidireccionales, de 20 cm.

Para las graderías se dividieron en dos tramos, para el tramo 01 usarán muros de concreto en todo su perímetro que contendrán el empuje del material de relleno y para el tramo 02 se modeló como losa maciza apoyada en vigas inclinadas que además albergarán, debajo de las mismas, ambientes destinados a depósitos que se encuentren al nivel de -0.76.

Piscina

Para la piscina se usó un sistema estructural de pórticos (R=8), se independizó la zona de vestidores de la estructura principal, la cual seguirá el mismo sistema estructural que el polideportivo. Los vestidores quedan posicionados en el frente central de la piscina con dimensiones que varían en el eje Y-Y de 7.00 a 8.00 m y 25.30m para la dirección X-X. Se ha utilizado losas aligeradas unidireccionales de paños variables y 20 cm de espesor.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sum + Foyer

Para el sum + foyer se usó un sistema estructural de pórticos (R=8). Contiene dentro de distribución dos sectores: uno destinado a los usos de reunión para diversos fines y el Foyer destinado a la recepción, atención, depósitos y servicios higiénicos; las cuales han sido divididas. El sector 01, SUM, al igual que en los casos anteriores tendrá un sistema aporticado que soportará una estructura metálica y cobertura de policarbonato; para el caso del Foyer es utilizará un sistema aporticado que soportarán la losa aligerada de 20 cm de espesor.

Cafetería

Para la cafetería se utilizó un sistema de muros estructurales de albañilería confinada (R=6) en ambos sentidos. La cafetería consta de un nivel con una losa aligerada de 20 cm de espesor; para ambas direcciones se utilizarán muros portantes que serán los aporten rigidez a la estructura

SS.HH.

Para los SS.HH. se utilizó un sistema de muros estructurales de albañilería confinada (R=6) en ambos sentidos. Los SS.HH. consta de un nivel con una losa aligerada de 20 cm de espesor; para ambas direcciones se utilizarán muros portantes que serán los aporten rigidez a la estructura

7.3. Parámetros de Sitio

7.3.1. Factor de zonificación "Z"

La edificación se encuentra en la ciudad de Arequipa, en la provincia de Arequipa y en el distrito de Arequipa, zona que corresponde a la "Zona 3" por lo que le corresponde un factor de zonificación de 0.35.

Factores de Zona.	
ZONA	**Z**
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Tabla 20. Tabla para determinar el factor "Z"
(Fuente: Norma E-030)

7.3.2. Condiciones geotécnicas

En base al tipo del perfil del suelo, tenemos un suelo intermedio (S2)

Factor "S"

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	S0	S1	S2	S3
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

Tabla 21. Tabla para determinar el factor "S" (Fuente: Norma E-030)

Periodo "T_P" Y "T_L"				
	Perfil de suelo			
	S0	**S1**	**S2**	**S3**
T_P(s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Tabla 22. Tabla para determinar el periodo "T_P" y "T_L" (Fuente: Norma E-030)

7.3.3. Periodo fundamental de vibración "T"

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará, con la siguiente expresión:

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

CT=35	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte. b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
CT=45	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras. b) Pórticos de acero arriostrados.
CT=60	Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Tabla 23. Tabla para determinar el coeficiente "CT" (Fuente: Norma E-030)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

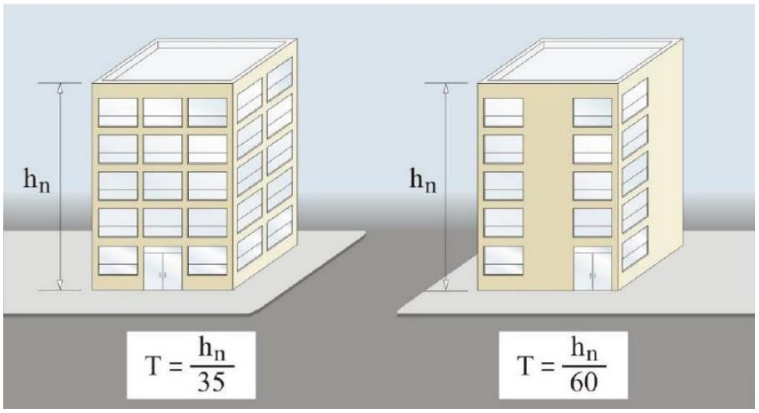


Figura 27 – Periodo de vibración (Fuente – ""Seminario de actualización de la norma técnica E 030" – Daniel Quin

7.3.4. Factor de amplificación sísmica "C"

El coeficiente "C" se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo, el cual se define por las siguientes expresiones:

$$T < T_P \qquad C = 2.5$$

$$T_P < T < T_L \qquad C = 2.5\left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \qquad C = 2.5\left(\frac{T_P . T_L}{T^2}\right)$$

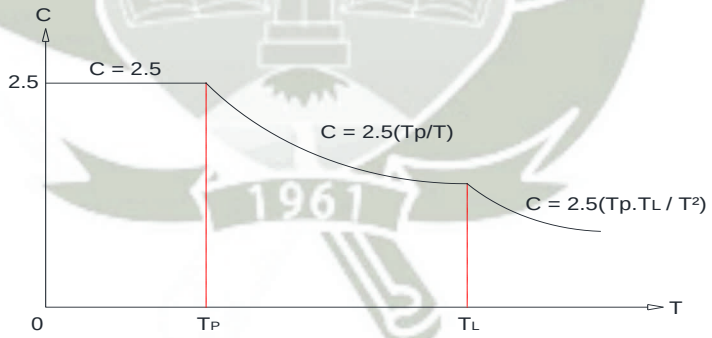


Figura 28 – Forma del espectro de diseño (Fuente: RNE – E 030, 2009 adaptado)

7.4. Parámetros Estructurales

7.4.1. Categoría de la Edificación

Se asigna un factor de uso e importancia (U) a cada edificación mediante su categoría descrita en la tabla de categoría de las edificaciones, la edificación se clasifica se clasifica en la categoría "A" como "Edificaciones Esenciales.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	**A1:** Establecimientos de salud como hospitales, Institutos o similares según la clasificación del ministerio de salud ubicados en las zonas sísmicas 4 y 3 que alojen cualquier de los servicios indicados en la tabla N°5.1	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales no comprendidos en la categoría A1, clínicas, postas medicas excepto edificios administrativos o de consulta externa (Ver nota 2) Puerto, aeropuertos, Centrales de comunicaciones, cuarteles de fuerzas armadas y policía Instalaciones de generación y transformación de energía, reservorios y plantas de tratamiento de agua Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre tales como colegios institutos superiores tecnológicos y universidades. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificios en centros educativos y salud no incluidos en la categoría A. Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1.0
D Edificaciones Menores	Construcciones provisionales para depósitos, cacetas y otros similares.	Ver nota3

Tabla 24. Tabla para determinar el factor U (Fuente: Norma E-030)

7.4.2. Irregularidades estructurales

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 la norma E-030: Diseño sismoresistente, se dice que una estructura es irregular si presenta alguna de estas características:

7.4.2.1. Irregularidades estructurales en altura (Ia)

- **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (Ia=0.75)**

  Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

  La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

Figura 29 – Irregularidad piso blando (Fuente: "Seminario de actualización de la norma técnica E 030" – Alejandro Muñoz Pelaez)

- **Irregularidad de Resistencia –Piso Débil (Ia=0.75)**

  Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Irregularidad Extrema de Rigidez (Ia=0.50)**

  Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

  La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

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 Extrema de Resistencia (Ia=0.50)**

  Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Irregularidad de Masa o Peso (Ia=0.90)**

  Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Irregularidad de Geometría Vertical (Ia=0.90)**

  La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azotea ni en sótanos. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

Figura 30 – Irregularidad de geometría vertical (Fuente: "Seminario de actualización de la norma técnica E 030" – Alejandro Muñoz Pelaez)

- **Discontinuidad en los sistemas resistentes (Ia=0.80)**

  Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un des alineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

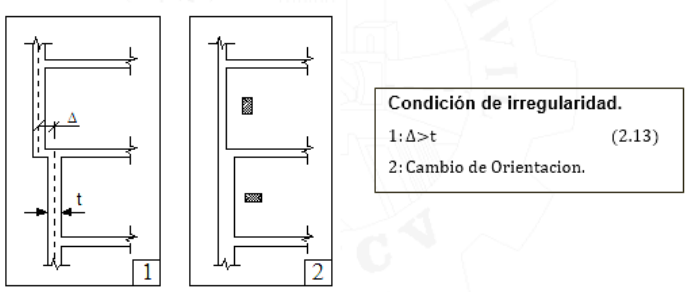


Figura 31 – Irregularidad de discontinuidad de sistemas resistentes

- **Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes (Ia=0.60)**

  Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

7.4.2.2. Irregularidades estructurales en planta (Ip)

- **Irregularidad Torsional (Ip=0.75)**

  Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{MAX}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

  Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

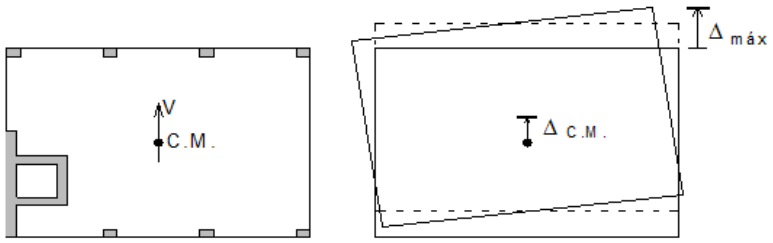


Figura 32 – Irregularidad torsional

- **Irregularidad Torsional Extrema (Ip=0.60)**

  Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{CM}), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{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

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Esquinas entrantes (Ip=0.90)**

  La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

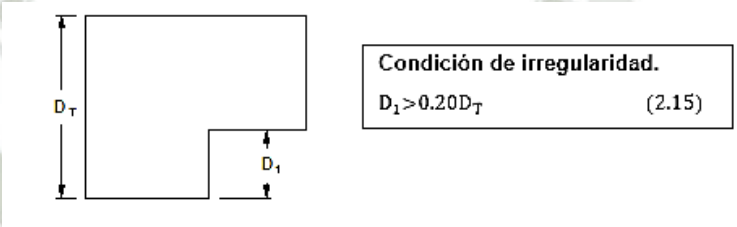


Figura 33 – Irregularidad esquinas entrantes

- **Discontinuidad del Diafragma (Ip=0.85)**

  La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma.

  También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Sistemas no Paralelos (Ip=0.90)**

  Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

  Si se obtuvieran valores distintos de los factores Ia o Ip para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el MENOR VALOR entre los obtenidos para las dos direcciones. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

7.4.3. Ejemplo de Verificación de Irregularidades

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 toma como ejemplo el Pabellón 06 para determinar si a la estructura se le debe asignar un factor de corrección por irregularidad en planta y/o altura:

7.4.3.1. Irregularidades estructurales en altura (Ia)

- **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando (Ia=0.75)**

NIVEL	Dirección X-X				
	Δi/Hi (X)	CASO 1		CASO 2	
		1.4*Δi/Hi (Inmed. Sup)	Existe Irreg?	1.25Prom (Δi/Hi (Sup))	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0049565	0.006939	NO	0.006196	NO
TECHO 1	0.0021857	0.006939	NO	0.006196	NO
NIVEL	Dirección Y-Y				
	Δi/Hi (X)	CASO 1		CASO 2	
		1.4*Δi/Hi (Inmed. Sup)	Existe Irreg?	1.25Prom (Δi/Hi (Sup))	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0005217	0.000730	NO	0.000652	NO
TECHO 1	0.0005143	0.000730	NO	0.000652	NO

- **Irregularidad de Resistencia –Piso Débil (Ia=0.75)**

NIVEL	VX	80%VX (Inmed. Sup)	Existe Irreg?	VY	80%VY (Inmed. Sup)	Existe Irreg?
TECHO 2	37.96	30.368	NO	44.08	35.264	NO
TECHO 1	57.36	30.368	NO	73.45	35.264	NO

- **Irregularidad Extrema de Rigidez (Ia=0.50)**

NIVEL	Dirección X-X				
	Δi/Hi (X)	CASO 1		CASO 2	
		1.6*Δi/Hi (Inmed. Sup)	Existe Irreg?	1.4Prom (Δi/Hi (Sup))	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0049565	0.0079304	NO	0.0069391	NO
TECHO 1	0.0021857	0.0079304	NO	0.0069391	NO

NIVEL	Dirección Y-Y				
	Δi/Hi (X)	CASO 1		CASO 2	
		1.6*Δi/Hi (Inmed. Sup)	Existe Irreg?	1.4Prom (Δi/Hi (Sup))	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0005217	0.0008348	NO	0.0007304	NO
TECHO 1	0.0005143	0.0008348	NO	0.0007304	NO

- **Irregularidad Extrema de Resistencia (Ia=0.50)**

NIVEL	VX	65%VX	Existe Irreg?	VY	65%VX	Existe Irreg?

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

		(Inmed. Sup)			(Inmed. Sup)	
TECHO 2	37.96	24.67	NO	44.08	28.65	NO
TECHO 1	57.36	24.67	NO	73.45	28.65	NO

- **Irregularidad de Masa o Peso (Ia=0.90)**

Nivel	Peso (Tn)	1.5*Peso (Nivel Inferior)	Existe Irreg?
TECHO 1	182.91	274.37	NO
TECHO 2	160.14	274.37	NO

- **Irregularidad de Geometría Vertical (Ia=0.90)**

  Las dimensiones en planta de la estructura resistente a cargas laterales no varían con respecto a los pisos adyacentes, debido a que se mantiene la misma sección desde el primer hasta el último nivel. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Discontinuidad en los sistemas resistentes (Ia=0.80)**

  Ocurre cuando existe un des alineamiento vertical y un cambio de orientación; en el caso de la edificación ningún elemento se realizan cambios de sección ni de orientación, todos los elementos Verticales inician con una sección inicial y terminan con la misma sección en el último Nivel. Por lo tanto, no es aplicable la discontinuidad de elementos resistentes. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes (Ia=0.60)**

  Por no haber cambio de sección y/o des alineamiento vertical no existe discontinuidad extrema. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

7.4.3.2. Irregularidades estructurales en planta (Ip)

- **Irregularidad Torsional (Ip=0.75)**

NIVEL	Dirección X-X					
	Δi/Hi (X) CM	50% del Deriva Máxima del CM	Aplica ?	Deriva Extremo Más Critico	1.2*[Δi/Hi (X) CM]	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0049565	0.0035	SI	0.0056	0.0059	NO
TECHO 1	0.0021857	0.0035	No	0.0026	0.0026	NO

NIVEL	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

	Δi/Hi (X) CM	50% del Deriva Máxima del CM	Aplica?	Deriva Extremo Más Critico	1.2*[Δi/Hi (X) CM]	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0005217	0.0035	No	0.0008	0.0006	NO
TECHO 1	0.0005143	0.0035	No	0.0008	0.0006	NO

El Pabellón 06, cumple la primera condición en el segundo piso, ya que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible. Sin embargo, la segunda condición no la cumple, por lo que se concluye que no presenta irregularidad torsional.

- **Irregularidad Torsional Extrema (Ip=0.60)**

NIVEL	Dirección X-X					
	Δi/Hi (X) CM	50% del Deriva Máxima del CM	Aplica?	Deriva Extremo Más Critico	1.5*[Δi/Hi (X) CM]	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0050	0.0035	Si	0.0056	0.0074	NO
TECHO 1	0.0022	0.0035	No	0.0026	0.0033	NO

NIVEL	Dirección Y-Y					
	Δi/Hi (X) CM	50% del Deriva Máxima del CM	Aplica?	Deriva Extremo Más Critico	1.5*[Δi/Hi (X) CM]	Existe Irreg?
TECHO 2	0.0005	0.0035	No	0.0008	0.0008	NO
TECHO 1	0.0005	0.0035	No	0.0008	0.0008	NO

El Pabellón 06, cumple la primera condición en el segundo piso, ya que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible. Sin embargo, la segunda condición no la cumple, por lo que se concluye que no presenta irregularidad torsional.

- **Esquinas entrantes (Ip=0.90)**

Dimensión Total X	19.72	m
Esquina Entrante Dirección X	0	m
% de Esquina Entrante	0%	<20%,
Existe Irregularidad de Esquina Entrante Direc. X-X	NO	

Dimensión Total Y	9.86	m
Esquina Entrante Dirección X	0	m
% de Esquina Entrante	0%	>20%,
Existe Irregularidad de Esquina Entrante Direc. Y-Y	NO	

- **Discontinuidad del Diafragma (Ip=0.85)**

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 estructura no presenta tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, así como tampoco tiene aberturas significativas. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

- **Sistemas no Paralelos (Ip=0.90)**

  Los elementos Resistentes a Fuerzas Laterales son paralelos en ambas direcciones; por lo tanto, no es aplicable. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

7.4.4. Sistema estructural y coeficiente de reducción de fuerza sísmica "R"

La selección del sistema estructural se verificará luego de obtener los resultados del análisis sísmico en ambas direcciones.

Sistemas Estructurales	
Sistema Estructural	**Coeficiente básico de reducción (Ro)**
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos.	8
Otras estructuras de acero.	7
Arriostres Excéntricos	6
Arriostres en Cruz	
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

Tabla 25. *Tabla para determinar el coeficiente de reducción Ro (Fuente: Norma E-030)*

* Según San Bartolomé "No se usa utiliza un sismo severo porque podría obtenerse cortantes mayores a la resistencia del muro. Esto no quiere decir que el muro agrietado colapse, si no que ingresó al régimen inelástico, produciéndose una redistribución de cortantes entre los muros que todavía no hayan fallado." Por lo tanto, se analiza para un sismo moderado, definido como el que proporciona fuerza de inercia iguales a la mitad del sismo severo, donde el coeficiente de reducción es igual a 6.

El coeficiente de reducción de fuerza sísmica "R" se determinará como el producto del coeficiente Ro y de los factores Ia e Ip.

$$R = Ro\ x\ Ia\ x\ Ip$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cuadro Resumen de Irregularidades en la I.E. Juana Cervantes de Bolognesi - Arequipa									
Estructura		**ROX**	**ROY**	**IPX**	**IPY**	**IAX**	**IAY**	**RX**	**RY**
Pabellon 01	Modulo 1	7	7	1	1	1	1	7	7
	Modulo 2	6	6	1	1	1	1	6	6
	Modulo 3	7	7	1	1	1	1	7	7
Pabellon 02		6	6	1	1	1	1	6	6
Pabellon 03		6	6	1	1	1	1	6	6
Pabellon 04		6	6	1	1	1	1	6	6
Pabellon 05		6	6	1	1	1	1	6	6
Pabellon 06		6	6	1	1	1	1	6	6
Talleres		7	7	1	1	1	1	6	6
SS. HH. 1 y 2		6	6	1	1	1	1	6	6
Cafeteria		6	6	1	1	1	1	6	6
Polideportivo		8	8	1	1	1	1	8	8
Piscina		8	8	1	1	1	1	8	8
SUM		8	8	1	1	1	1	8	8
Foyer		8	8	1	1	1	1	8	8
Corredor Central		8	8	1	1	1	1	8	8
Vestidores - Piscina		6	6	1	1	1	1	6	6

Tabla 26. *Cuadro Resumen de Irregularidades (Fuente: Propia)*

CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas

Tabla 27. Categoría y regularidad de las edificaciones (Fuente: E0.30 del R.N.E.)

La Norma E0.30 del R.N.E., no permite irregularidades estructurales para nuestro proyecto.

7.5. Verificación del sistema estructural

Adicionalmente, se debe hacer la verificación del sistema estructural. La norma indica que para valores de cortantes en placas mayores a 80% se usa un sistema de muros estructurales; para un rango de 60% a 80% dual tipo I y hasta 60%, dual tipo II. (Fuente: Norma E.630 del R.N.E.)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

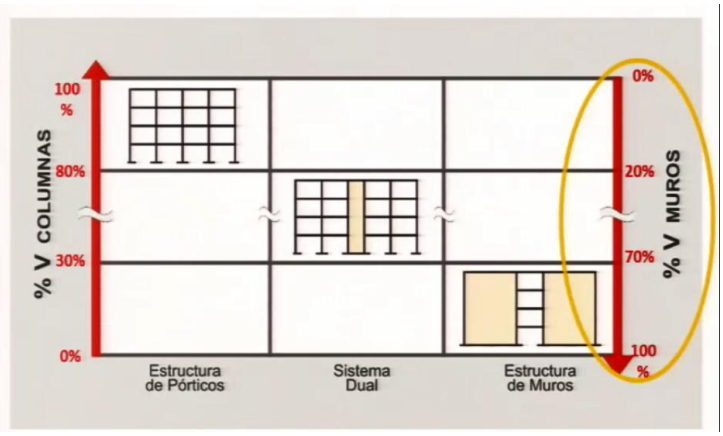


Figura 34 – Clasificación de sistemas estructurales

Se realizará esta verificación previa al cálculo de las cortantes de columnas y muros de concreto armado actuantes en el primer nivel, como se muestra en la Figura 35.

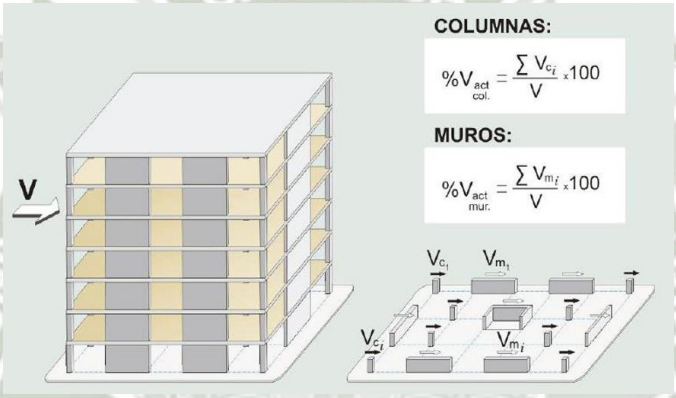


Figura 35 – Cortante absorbida por columnas y muros

7.6. Análisis Estático

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Consiste en el cálculo de las fuerzas horizontales que actúan en cada nivel que compone la estructura.

Según la norma E-030, podrán analizarse mediante este procedimiento las estructuras clasificadas como regulares de no más de 30m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares". Esto se debe a que cuanto más grande sea la estructura, más imprecisos son los resultados.

Peso de la Estructura (P)

Para calcular el peso, se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga. Como se trata de un colegio que corresponde a la categoría A se tomará el 50% de la carga viva.

Fuerza Cortante en la base (V)

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 fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará con la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Donde el valor de C/R, deberá satisfacer la siguiente condición:

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

Donde los parámetros a calcular ya fueron descritos:

Z	Factor de zonificación	Numeral 5.3.1 Tabla 008
U	Factor de uso	Numeral 7.4.1
C	Factor de amplificación sísmica	Numeral 7.3.4
S	Factor de suelo	Numeral 7.3.2 Tabla 009
R	Coeficiente de reducción sísmica	Numeral 7.4.1
P	Peso de la edificación	

Se realiza el cálculo de la distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \propto_i \ V$$

Donde:

$$\propto_i = \frac{P_i \ (h_i)^k}{\sum_{i=1}^{n} P_i \ (h_i)^k}$$

Donde:
k: es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración.

T≤0.5 k=1.0
T>0.5 k=(0.75 + 0.5T)

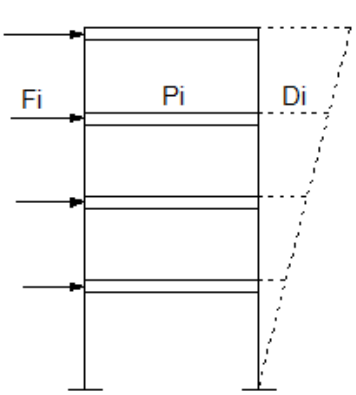


Figura 36 – Distribución de la fuerza sísmica en altura (Fuente: propia)

7.7. Análisis Dinámico

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 análisis dinámico es un método más preciso para analizar una estructura. En base a la Norma E-030 para el análisis dinámico se puede diseñar por medio de dos métodos, ya sea por un análisis dinámico modal espectral o por medio de un análisis dinámico tiempo-historia.

7.7.1. Análisis Dinámico Modal Espectral

Según la norma E-030: Cualquier estructura debe ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral.

Como se ha descrito anteriormente un sismo es una vibración del suelo, como tal tiene un periodo y aceleración. Esta vibración es transmitida a toda la estructura a través de los elementos que la sostienen, lo que ocasionará un desplazamiento relativo en cada nivel con respecto al suelo. Durante un sismo la aceleración puede variar lo que ocasionaría un cambio en la respuesta del edificio, en conclusión, un edificio no tiene un único período natural, es más bien un concepto teórico.

Las normas de sismo recurren a un "espectro de respuesta" que permite una aproximación más cercana a la realidad. El espectro normalizado es en realidad una gráfica que representa la respuesta a la que responde una estructura con un periodo natural "T" conocido, frente a un sismo.

7.7.1.1. Análisis modal

Es el método por el cual se determinan los modos de vibración que considera las características de rigidez y distribución de masas. Al ser estructuras tridimensionales pueden deformarse en las 3 direcciones del espacio (grados de libertad), además de poder girar respecto a sí mismas con varios ejes de rotación diferentes.

Existen varios "modos" o "formas "en los que una estructura puede vibrar frente una excitación sísmica. Cada modo tiene una deformada y una frecuencia de vibración diferente. En resumen, una estructura sometida a un sismo vibrará según una combinación de diferentes modos de vibración.

En base al acápite 4.6.1 de la norma E-030, para cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

7.7.1.2. Análisis espectral (Sa)

Según la norma E-030, para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

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 "g" es la gravedad. Esta se calcula para cada una de las direcciones horizontales (X y Y). Se obtiene "Sa" en función de "T" de la que se obtiene la siguiente gráfica:

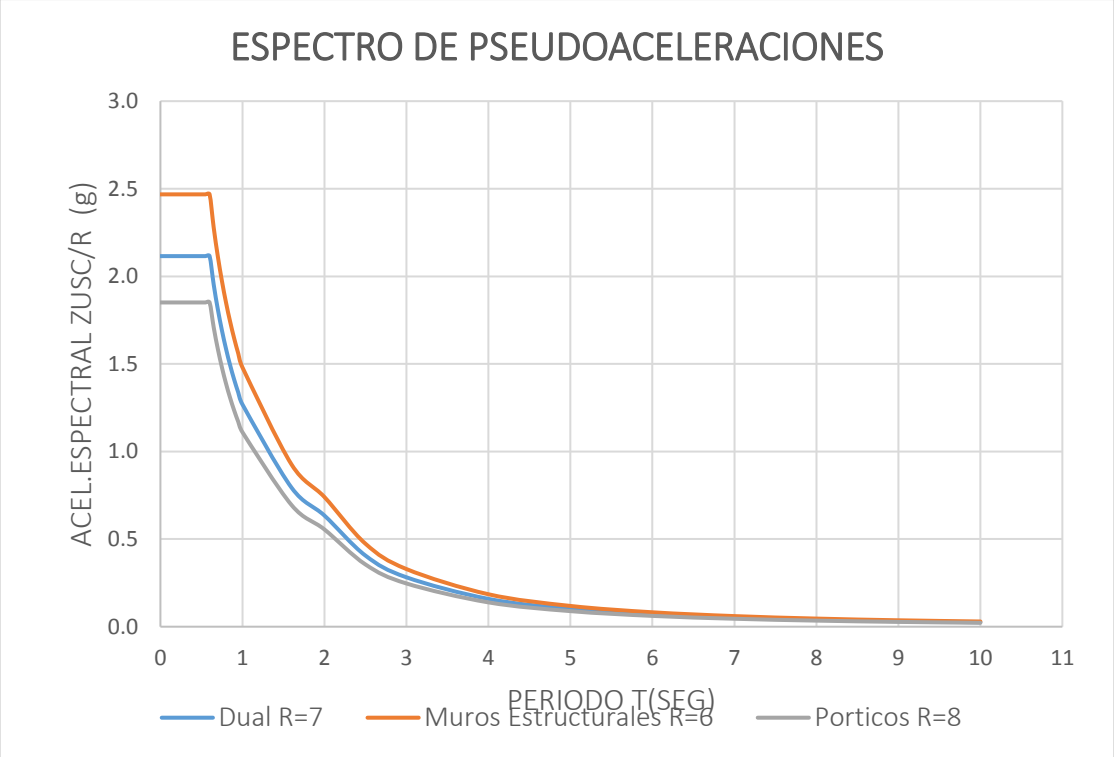


Figura 37 – Espectro de pseudoaceleraciones para diferentes sistemas estructurales (Fuente: propia)

Criterio de Combinación

Para obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los elementos globales del edificio. Esta respuesta máxima se podría estimar por la siguiente expresión. (Fuente: Norma E.030 del R.N.E.)

$$r = 0.25 \cdot \sum_{i=1}^{m} |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_i^2}$$

Fuerza cortante mínima en la base

Según la Norma E-030, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado en el análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares. Si fuese necesario incrementar la cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todas las fuerzas calculadas para obtener las fuerzas de diseño.

Control de desplazamientos laterales

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 la norma E-030 en el acápite 5.1 para estructuras regulares los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R y para irregulares por R. Además, estos resultados serán controlados por límites para la distorsión del entrepiso indicados en la tabla en el acápite 5.2.

Límites para Desplazamiento Lateral de Entrepiso	
Material Predominante	**(Δi / hei)**
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado de ductilidad limitada	0.010

Tabla 28. Límites para desplazamiento lateral de entrepiso
(Fuente: Norma E-030)

Junta de separación sísmica

Para evitar el contacto entre estructuras vecinas durante el movimiento sísmico, la norma específica una distancia mínima (s) que debe ser mayor a:

- 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes.
- 3 cm.
- S = 3 + 0.004(h – 500) h y s en cm.

Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural.

7.8. Análisis de resultados

7.8.1. Pabellón 01 – Módulo 01

7.8.1.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
3	320.96	37.65	339.785
2	317.22	119.51	376.975
1	375.64	125.96	438.62
		Peso Total	1115.38

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	7	7
hn	10.85	10.85
Ct	35	35
T	0.1808	0.1808
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.357	0.357
ZUCS/R	0.216	0.216
P (Ton)	1155.380	1155.380
V (Ton)	**249.129**	**249.129**

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X y Y-Y				
N° de Piso	**hi (m)**	**P (ton)**	**α**	**Fi (ton)**
3	3.5	339.785	0.2971	**74.013**
2	3.45	376.975	0.3249	**80.940**
1	3.45	438.62	0.3780	**94.176**

7.8.1.2. Análisis Modal Espectral

- Modelo Estructural:

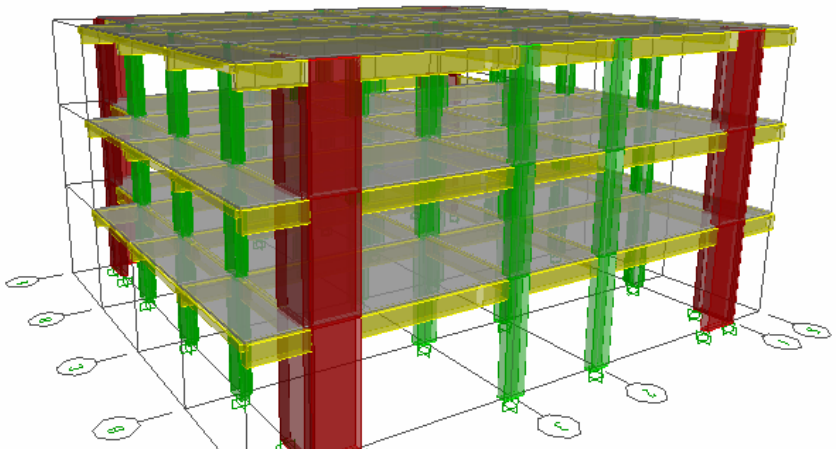


Figura 38 – Modelo estructural de Pabellón 1 - Módulo 1 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.328843	0.57	77.95	0.57	77.95
2	0.323501	78.47	0.57	79.04	78.51
3	0.220594	0.00	0.07	79.05	78.58
4	0.082667	11.64	4.72	90.68	83.30
5	0.081664	4.91	12.26	95.59	95.56
6	0.052161	0.01	0.00	95.60	95.56
7	0.041275	0.00	0.00	95.60	95.56
8	0.037993	2.92	1.73	98.52	97.29
9	0.036365	1.43	2.63	99.95	99.92

T x-x:	0.323505	s
T y-y:	0.328843	s

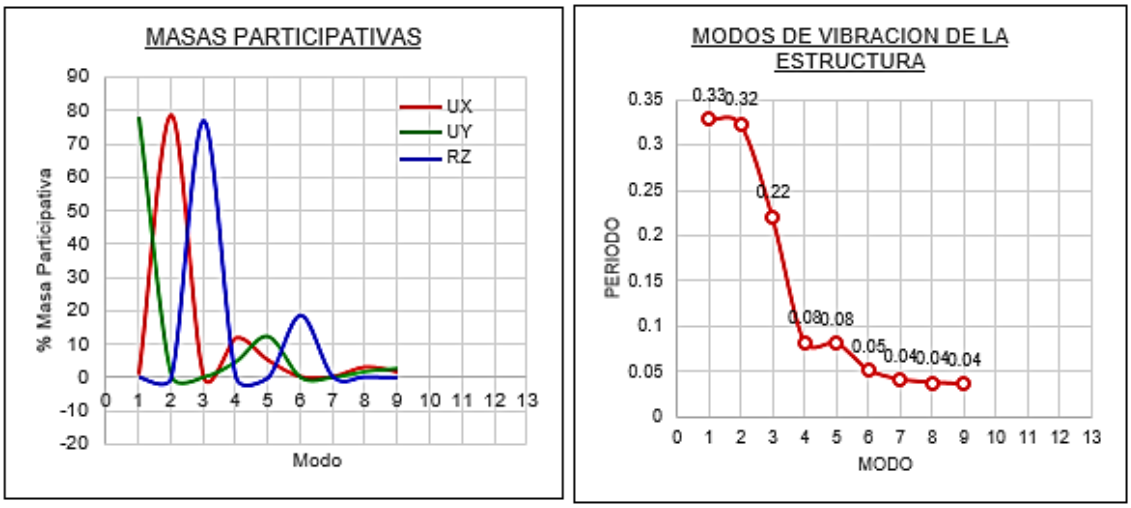


Figura 39 – Gráficas de modos Pabellón 1 – Módulo 1 (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
4	*4° Modo es en la Dirección Traslación X*
5	*5° Modo es en la Dirección Traslación Y*
6	*6° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
7	*7° Modo es en la Dirección Traslación X*
8	*8° Modo es en la Dirección Traslación Y*
9	*9° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta:

	X-X		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

N° de Piso	Deriva	Deriva * 0.75R	Límite de distorsión		Deriva	Deriva * 0.75R	Límite de distorsión	
3	0.0009	0.0046	0.007	**Ok**	0.0009	0.0045	0.007	**Ok**
2	0.0009	0.0049	0.007	**Ok**	0.0010	0.0047	0.007	**Ok**
1	0.0005	0.0027	0.007	**Ok**	0.0005	0.0026	0.007	**Ok**

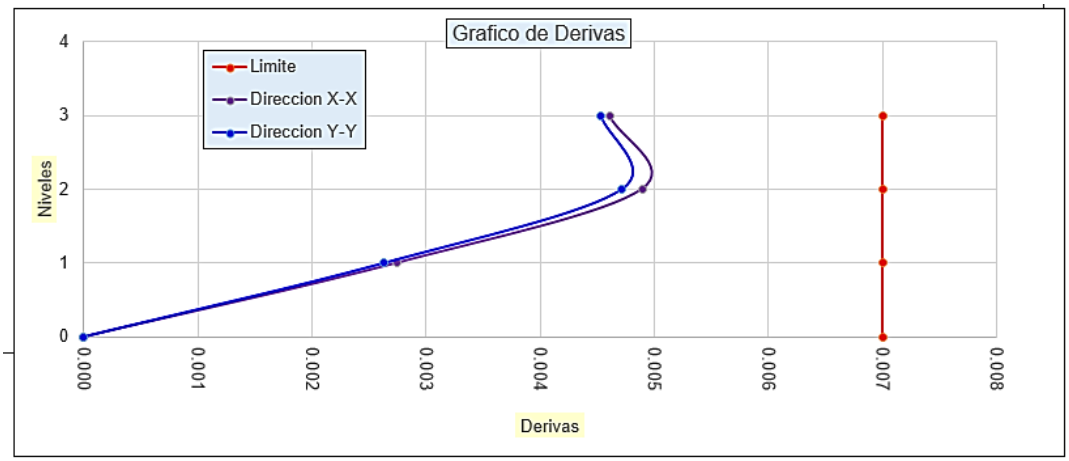


Figura 40 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 01 – Módulo 01 (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	**Dirección Y-Y**
V dinámico	200.230	199.440
%V estático	199.303	199.303
Factor de escalamiento	**0.995**	**0.999**

- Junta de separación sísmica

S1 = 3 cm
S2 = 5.34 cm
S = 5.34 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		**Conclusión**	**Dirección Y-Y**		**Conclusión**
V	200.605	100.00%	DUAL TIPO 1	200.486	100.00%	DUAL TIPO 1
Columnas	40.114	20.00%		40.05	19.97%	
Muros	160.491	80.00%		160.436	80.03%	

7.8.2. Pabellón 01 – Módulo 02

7.8.2.1. 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

- Peso de la estructura:

N° de Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
3	167.17	14.31	174.325
2	147.14	49.79	172.035
1	155.32	49.8	180.22
		Peso Total	526.58

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	7	7
hn	12	12
Ct	60	60
T	0.2	0.2
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.357	0.357
ZUCS/R	0.216	0.216
P (Ton)	526.580	526.580
V (Ton)	**113.544**	**113.544**

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X y Y-Y				
N° de Piso	**hi (m)**	**P (ton)**	**α**	**Fi (ton)**
3	5.1	174.325	0.4225	**47.971**
2	3.45	172.035	0.2820	**32.025**
1	3.45	180.22	0.2955	**33.548**

7.8.2.2. Análisis Modal Espectral

- Modelo 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

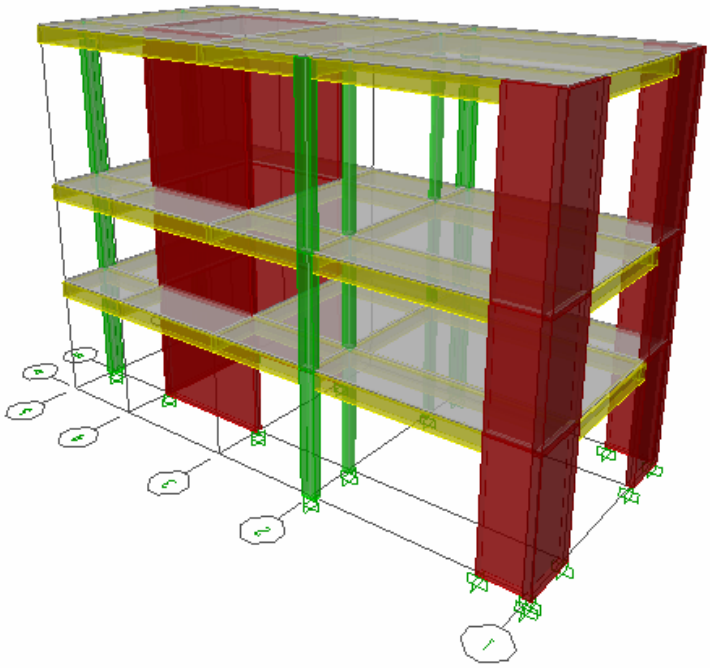


Figura 41 - Modelo estructural de Pabellón 1 - Módulo 2 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.264822	47.53	0.00	47.53	0.00
2	0.171218	0.00	71.70	47.53	71.70
3	0.110773	27.09	0.00	74.62	71.70
4	0.058696	16.89	0.00	91.51	71.70
5	0.042721	0.00	24.26	91.51	95.96
6	0.036104	4.60	0.00	96.12	95.96
7	0.022672	3.88	0.00	100.00	95.96
8	0.018929	0.00	4.04	100.00	100.00
9	0.017866	0.00	0.00	100.00	100.00

T x-x:	0.264822	s
T y-y:	0.171218	s

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

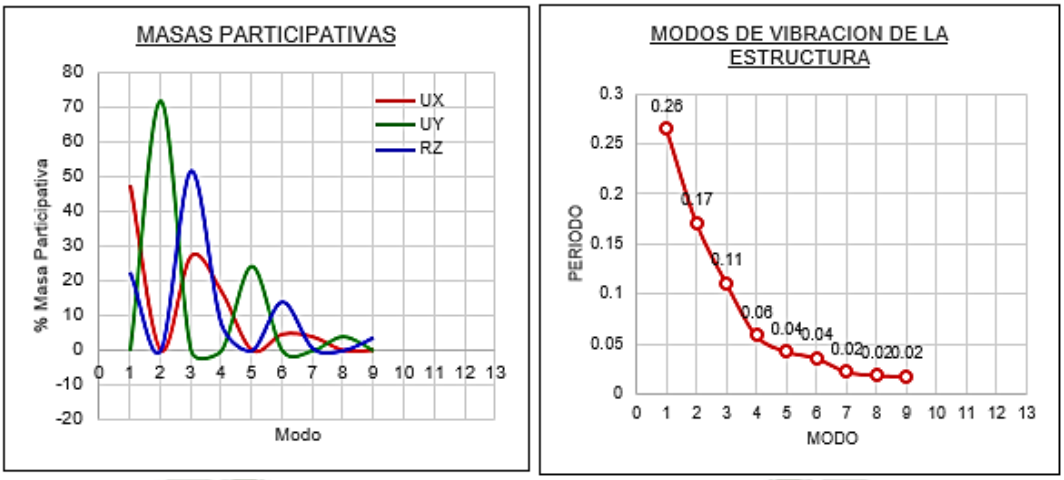


Figura 42 – Gráficas de modos Pabellón 1 – Módulo 2 (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
4	*4° Modo es en la Dirección Traslación X*
5	*5° Modo es en la Dirección Traslación Y*
6	*6° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
7	*7° Modo es en la Dirección Traslación X*
8	*8° Modo es en la Dirección Traslación Y*
9	*9° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta

N° de Piso	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva	Deriva * 0.75R			Deriva	Deriva * 0.75R		
3	0.0008	0.0043	0.007	**Ok**	0.0002	0.0012	0.007	**Ok**
2	0.0007	0.0036	0.007	**Ok**	0.0002	0.0011	0.007	**Ok**
1	0.0003	0.0017	0.007	**Ok**	0.0001	0.0006	0.007	**Ok**

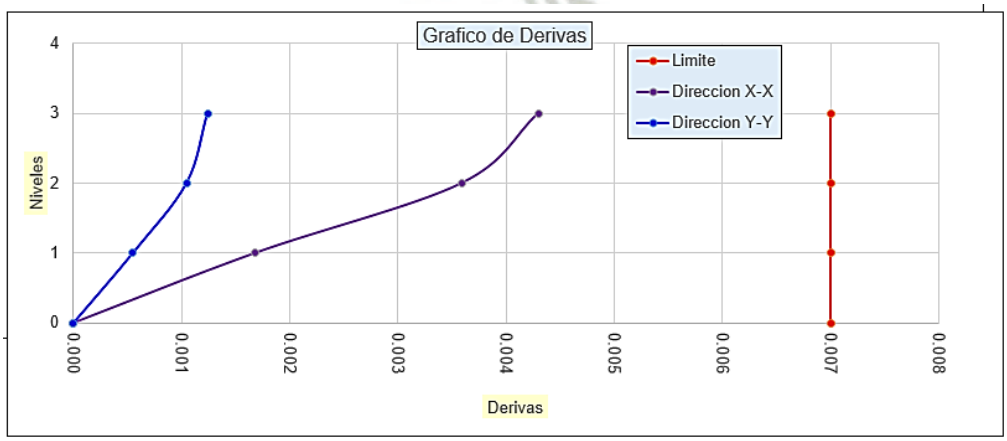


Figura 43 – Gráfica de desplazamientos (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V dinámico	72.890	87.510
%V estático	90.835	90.835
Factor de escalamiento	**1.246**	**1.038**

- Junta de separación sísmica:

S1 = 3 cm
S2 = 5.8 cm
S = 5.8 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		Conclusión	Dirección Y-Y		Conclusión
V	72.811	100.00%	MUROS	72.932	100.00%	MUROS
Columnas	1.006	1.38%	ESTRUCTURALES	0.859	1.18%	ESTRUCTURALES
Muros	71.805	98.61%		72.073	98.82%	

7.8.3. Pabellón 01 – Módulo 03

7.8.3.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
3	321.94	37.65	340.765
2	344.69	132.42	410.9
1	356.01	135.46	423.74
		Peso Total	1175.405

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	7	7
hn	10.85	10.85
Ct	60	60

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

T	0.1808	0.1808
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.357	0.357
ZUCS/R	0.216	0.216
P (Ton)	1175.405	1175.405
V (Ton)	**253.447**	**253.447**

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X y Y-Y				
N° de Piso	**hi (m)**	**P (ton)**	**α**	**Fi (ton)**
3	3.5	340.765	0.2929	**74.230**
2	3.45	410.9	0.3481	**88.230**
1	3.45	423.74	0.3590	**90.987**

7.8.3.2. Análisis modal Espectral

- Modelo Estructural:

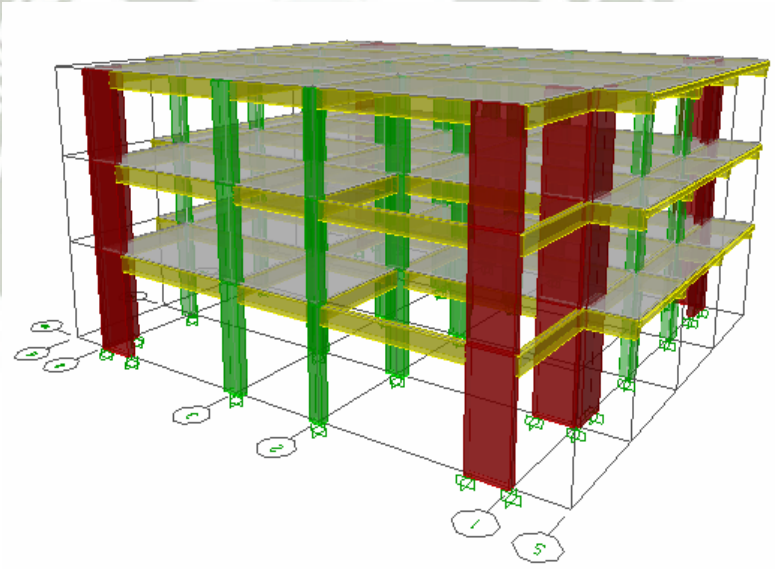


Figura 44 - Modelo estructural de Pabellón 1 - Módulo 3 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	**Periodo**	**% Masa Participante en X-X**	**% Masa Participante en Y-Y**	**Suma Masa Participante en X-X**	**Suma Masa Participante en Y-Y**
1	0.337009	79.24	1.10	79.24	1.10
2	0.332753	1.12	78.54	80.36	79.64
3	0.233189	0.04	0.03	80.40	79.67
4	0.084267	15.48	0.01	95.88	79.68

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	0.080589	0.00	16.10	95.88	95.78
6	0.05642	0.02	0.01	95.91	95.79
7	0.052575	0.00	0.01	95.91	95.80
8	0.039308	0.61	0.00	96.52	95.80
9	0.035665	3.48	0.00	100.00	95.80

T x-x:	0.337009	s
T y-y:	0.332753	s

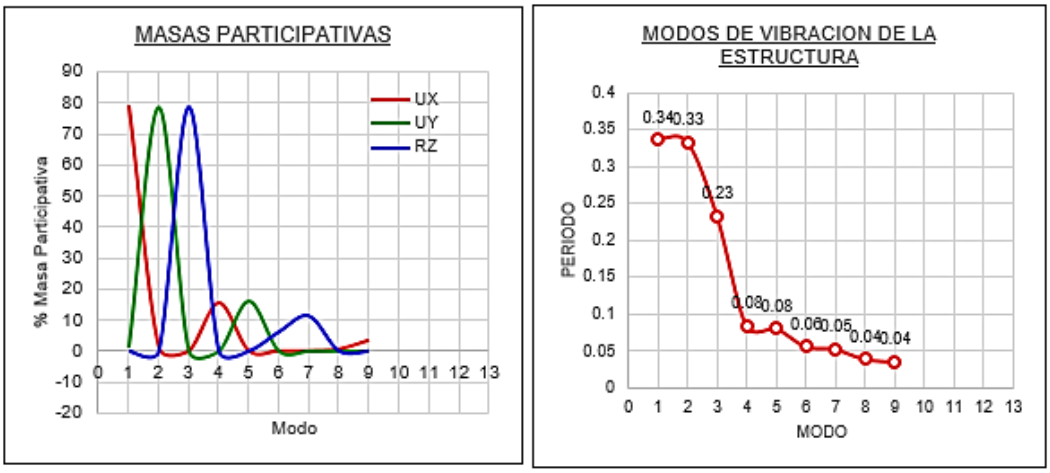


Figura 45 – Gráficas de modos Pabellón 1- Módulo 3 (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
4	*4° Modo es en la Dirección Traslación X*
5	*5° Modo es en la Dirección Traslación Y*
6	*6° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
7	*7° Modo es en la Dirección Traslación X*
8	*8° Modo es en la Dirección Traslación Y*
9	*9° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta

N° de Piso	**X-X**		**Límite de distorsión**		**Y-Y**		**Límite de distorsión**	
	Deriva	**Deriva * 0.75R**			**Deriva**	**Deriva * 0.75R**		
3	0.0010	0.0050	0.007	**Ok**	0.0009	0.0049	0.007	**Ok**
2	0.0010	0.0054	0.007	**Ok**	0.0010	0.0051	0.007	**Ok**
1	0.0006	0.0031	0.007	**Ok**	0.0005	0.0028	0.007	**Ok**

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

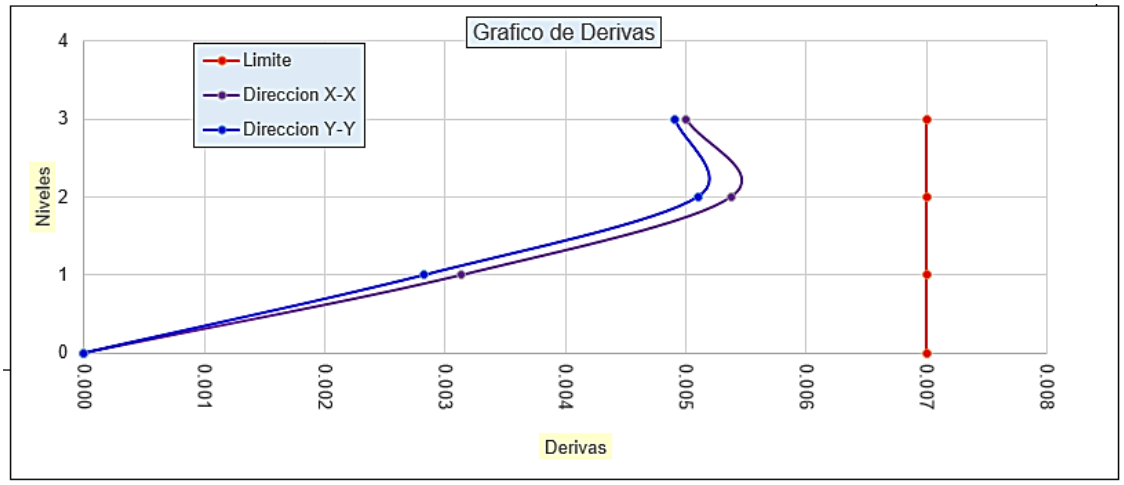


Figura 46 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 1 – Módulo 3 (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	**Dirección Y-Y**
V dinámico	206.290	202.620
%V estático	202.757	202.757
Factor de escalamiento	**0.983**	**1.001**

- Junta de separación sísmica

S1 = 3 cm
S2 = 5.34 cm
S = 5.34 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		**Conclusión**	**Dirección Y-Y**		**Conclusión**
V	206.051	100.00%	MUROS	202.7138	100.00%	DUAL TIPO 1
Columnas	34.6825	16.83%	ESTRUCTURALES	45.0415	22.22%	
Muros	171.3685	83.17%		157.6723	77.78%	

7.8.4. Pabellón 02, 03, 04 y 05

7.8.4.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	**Carga Muerta (Ton)**	**Carga Viva (Ton)**	**Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)**
2	**273.28**	**29.97**	288.265
1	**368.64**	**89.06**	413.17

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Peso Total	701.435

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	**Dirección Y-Y**
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	6	6
hn	6.95	6.95
Ct	60	60
T	0.12	0.12
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.417	0.417
ZUCS/R	0.252	0.252
P (Ton)	701.435	701.435
V (Ton)	176.455	176.455

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X				
NIVEL	**Pi**	**hi**	**Pi*hi**	**Fi**
2	288.265	3.500	1008.928	73.132
1	413.17	3.450	1425.437	103.323
		ΣPjhj	2434.364	176.455

Dirección Y-Y				
NIVEL	**Pi**	**hi**	**Pi*hi**	**Fi**
2	288.265	3.500	1008.928	73.132
1	413.17	3.450	1425.437	103.323
		ΣPjhj	2434.364	176.455

7.8.4.2. Análisis Modal Espectral

- Modelo 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

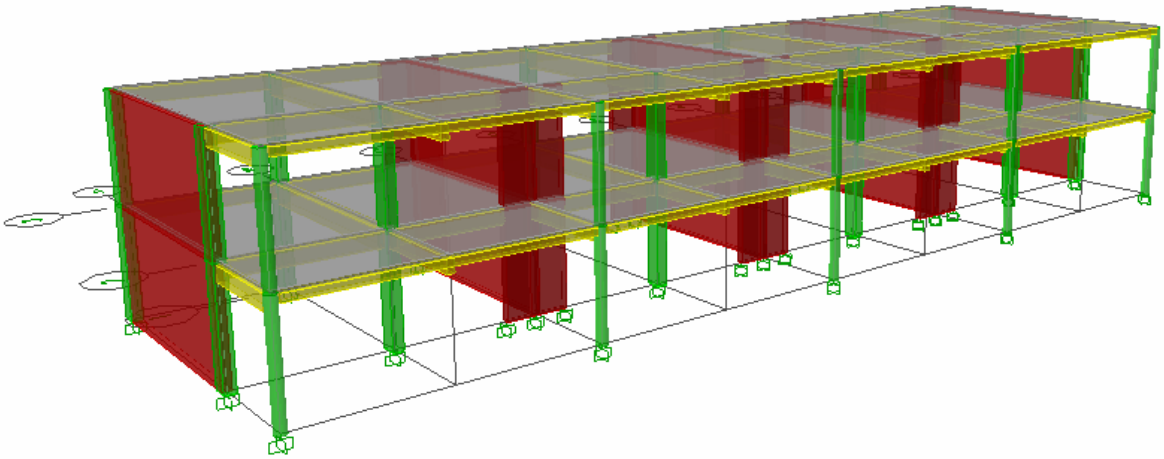


Figura 47 - Modelo estructural de Pabellón 2,3 ,4 y 5 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.240156	81.1025	0	81.1025	0
2	0.111395	0	94.4991	81.1025	94.4991
3	0.102491	0.0264	0.0003	81.1289	94.4994
4	0.048961	18.4311	0	99.56	94.4994
5	0.042212	0	5.5006	99.56	100
6	0.037602	0.44	0	100	100

T x-x:	0.240156	s
T y-y:	0.111395	s

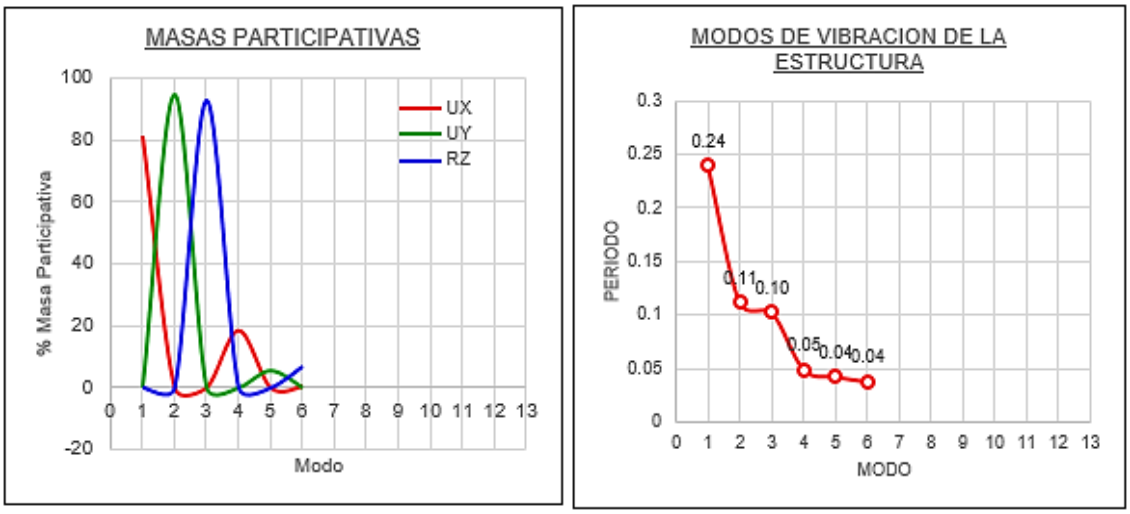


Figura 48 – Gráficas de modos Pabellón 2, 3, 4 y 5 (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*

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	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
4	*4° Modo es en la Dirección Traslación X*
5	*5° Modo es en la Dirección Traslación Y*
6	*6° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta:

N° de Piso	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva	Deriva * 0.75R			Deriva	Deriva * 0.75R		
2	0.00073	0.003285	0.005	**Ok**	0.000135	0.0006075	0.007	**Ok**
1	0.000404	0.001818	0.005	**Ok**	0.000182	0.000819	0.007	**Ok**

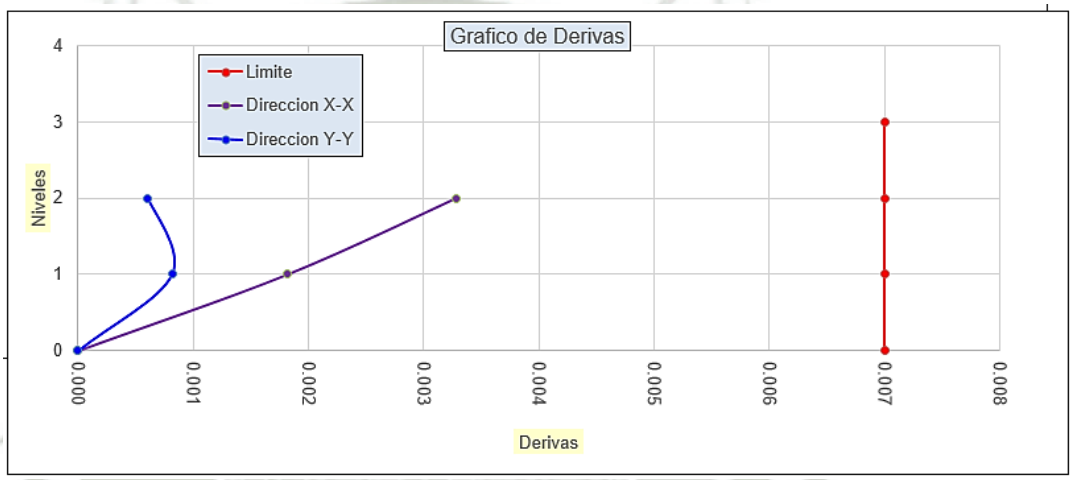


Figura 49 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 2, 3,4 y 5 (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V dinámico (Ton)	121.520	155.750
80 % V estático (Ton)	141.164	141.164
Factor escalamiento	1.162	0.906

- Junta de separación sísmica

S1 = 3 cm
S2 = 3.78 cm
S = 3.78 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		Conclusión	Dirección Y-Y		Conclusión
V	121.520	100.00%		155.750	100.00%	

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Columnas	7.463	6.14%	MUROS ESTRUCTURALES	5.314	3.41%	MUROS ESTRUCTURALES
Muros	114.128	93.92%		150.438	96.59%	

7.8.5. Pabellón 06

7.8.5.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
2	152.5	15.27	160.135
1	159.91	46.00	182.91
		Peso Total	343.045

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	6	6
hn	6.95	6.95
Ct	60	60
T	0.12	0.12
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.417	0.417
ZUCS/R	0.252	0.252
P (Ton)	343.045	343.045
V (Ton)	86.297	86.297

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X				
Nivel	**Pi**	**hi**	**Pi*hi**	**Fi**
2	160.135	3.500	560.473	40.593
1	182.91	3.450	631.040	45.704
		ΣPjhj	1191.512	86.297

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dirección Y-Y				
Nivel	**Pi**	**hi**	**Pi*hi**	**Fi**
2	160.135	3.500	560.473	40.593
1	182.91	3.450	631.040	45.704
		ΣPjhj	1191.512	86.297

7.8.5.2. Análisis modal Espectral

- Modelo Estructural:

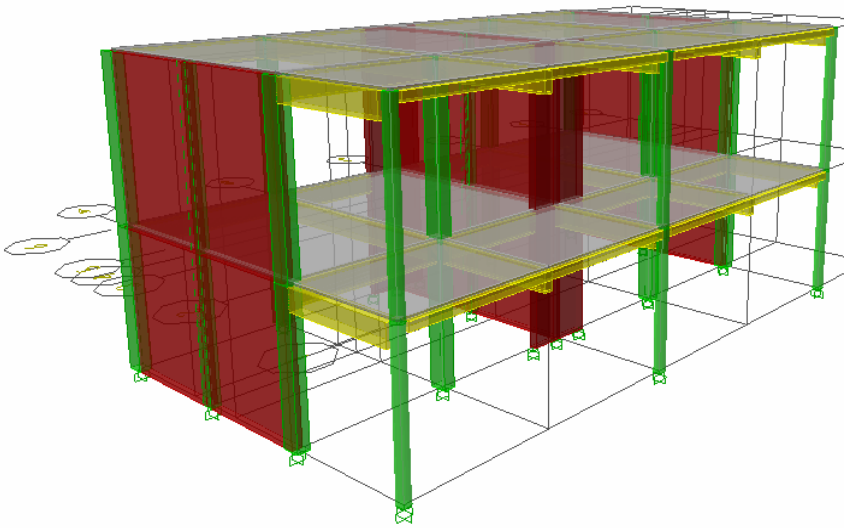


Figura 50 - Modelo estructural de Pabellón 6 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.284772	75.1839	0	75.1839	0
2	0.102122	0	89.3631	75.1839	89.3631
3	0.098036	0	0	75.1839	89.3631
4	0.059572	24.3942	0	99.5781	89.3631
5	0.040485	0	10.6369	99.5781	100
6	0.036949	0.4219	0	100	100

T x-x:	0.284772	s
T y-y:	0.102122	s

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

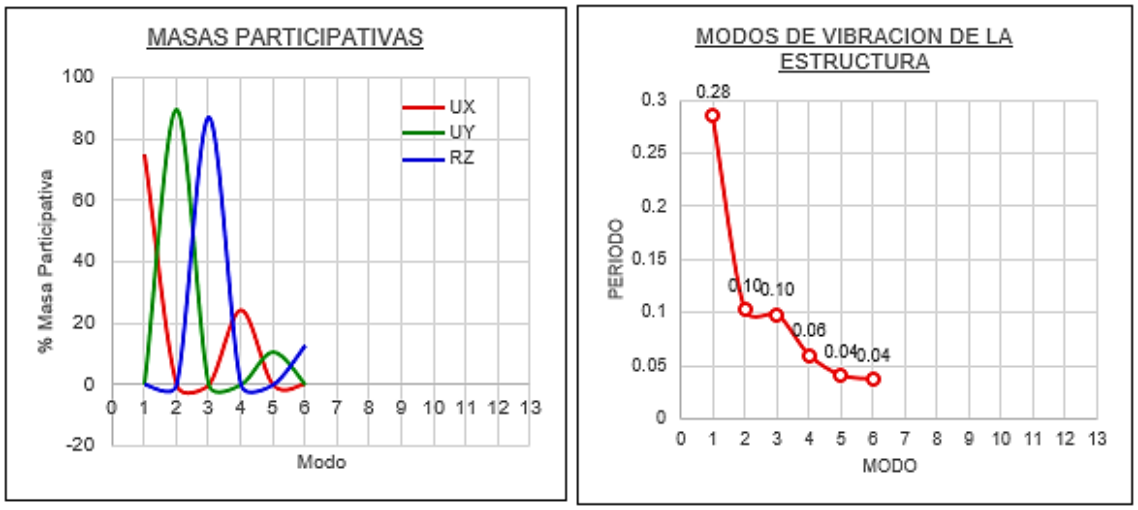


Figura 51- Gráficas de modos Pabellón 6 (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
4	*4° Modo es en la Dirección Traslación X*
5	*5° Modo es en la Dirección Traslación Y*
6	*6° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta

N° de Piso	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva Elástica	Deriva * 0.75R			Deriva Elástica	Deriva * 0.75R		
2	0.000975	0.0043875	0.005	**Ok**	0.000124	0.000558	0.007	**Ok**
1	0.000518	0.002331	0.005	**Ok**	0.000141	0.0006345	0.007	**Ok**

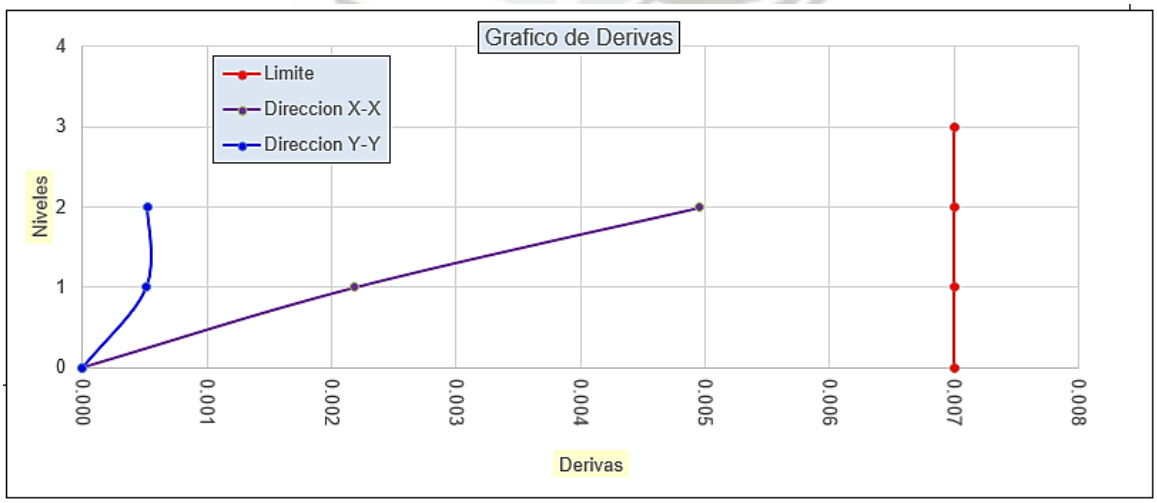


Figura 52 – Gráfica de desplazamientos Pabellón 6 (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V dinámico (Ton)	57.360	73.450
80 % V estático (Ton)	69.038	69.038
Factor escalamiento	1.204	0.940

- Junta de separación sísmica

S1 = 3 cm
S2 = 3.78 cm
S = 3.78 cm

- Verificación de R

	Dirección X-X		Conclusión	Dirección Y-Y		Conclusión
V	57.360	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES	73.450	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES
Columnas	6.912	12.05%		3.751	5.11%	
Muros	50.584	88.19%		69.694	94.89%	

7.8.6. Talleres

7.8.6.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° De Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
2	155.12	18.23	164.235
1	178.58	63.37	210.265
		Peso Total	374.5

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	7	6.3
hn	6.95	6.95
Ct	35	35
T	0.1985714	0.19857
C	2.5	2.5

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

¿C/R ≥ 0.125?	0.357	0.357
ZUCS/R	0.216	0.240
P (Ton)	374.500	374.500
V (Ton)	**80.752**	**89.724**

- Distribución de la cortante en cada nivel:

N° de Piso	hi (m)	P (ton)	α	Fi (ton)
2	3.5	164.235	0.4421	**35.700**
1	3.45	210.265	0.5579	**45.052**

7.8.6.2. Análisis modal Espectral

- Modelo Estructural:

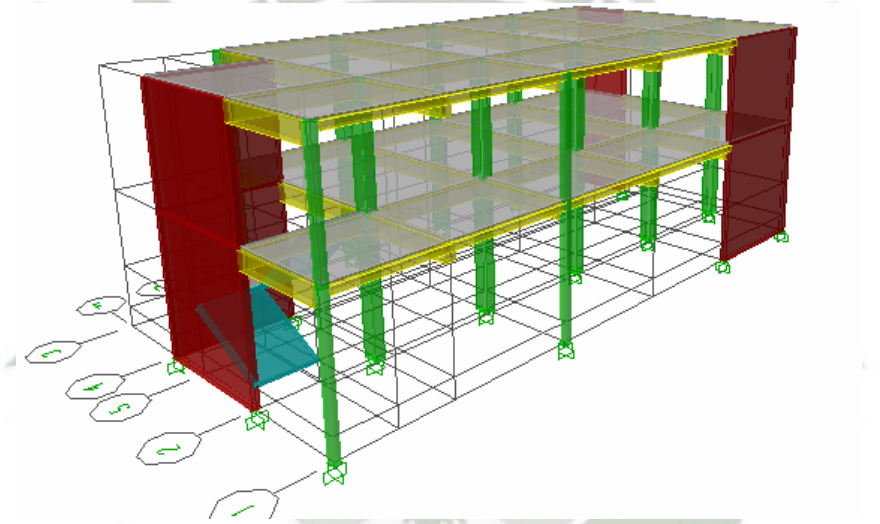


Figura 53- Modelo estructural de Talleres con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.187856	4.3315	64.4236	4.3315	64.4236
2	0.137554	74.9069	1.3993	79.2384	65.8229
3	0.078615	3.957	17.2898	83.1954	83.1127
4	0.03821	2.4956	13.9956	85.691	97.1083
5	0.033301	13.3052	1.5563	98.9961	98.6646
6	0.023018	0.2231	0.6525	99.2192	99.3171

T x-x:	0.137554	s
T y-y:	0.187856	s

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

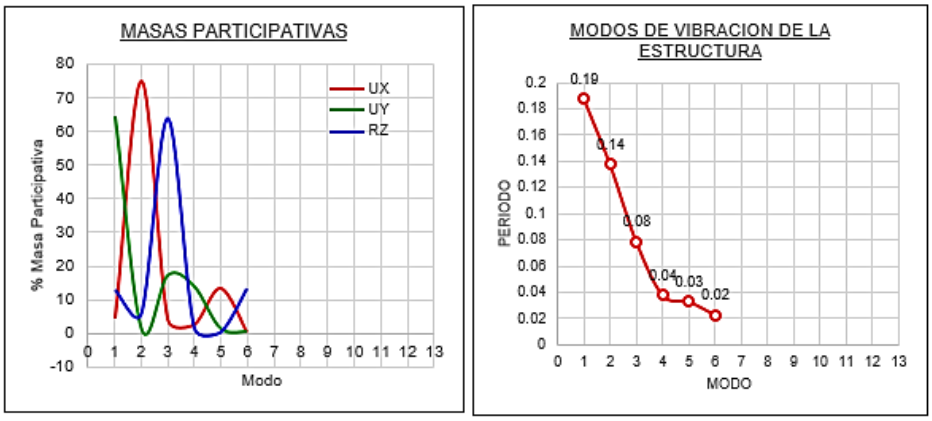


Figura 54- Gráficas de modos Talleres (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*
4	*4° Modo es en la Dirección Traslación X*
5	*5° Modo es en la Dirección Traslación Y*
6	*6° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta:

N° DE PISO	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva Elástica	Deriva * 0.75R			Deriva Elástica	Deriva * 0.75R		
2	0.0003	0.0016	0.007	Ok	0.0007	0.0033	0.007	Ok
1	0.0002	0.0009	0.007	Ok	0.0004	0.0018	0.007	Ok

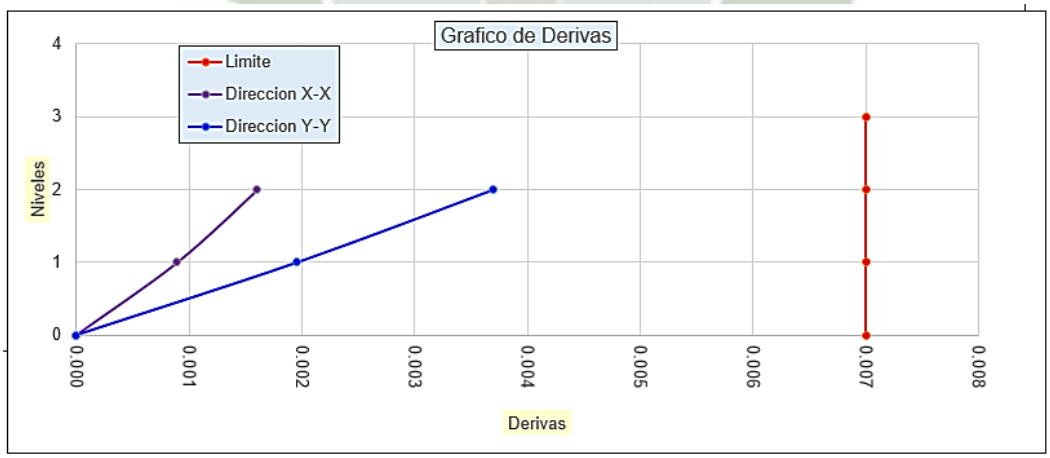


Figura 55 – Gráfica de desplazamiento Talleres (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base

Dirección X-X	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

V dinámico (Ton)	72.540	67.160
80 % V estático (Ton)	64.601	71.779
Factor escalamiento	**0.891**	**1.069**

- Junta de separación sísmica

S1 = 3 cm
S2 = 3.78 cm
S = 3.78 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		Conclusión	Dirección Y-Y		Conclusión
V	72.842	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES	68.055	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES
Columnas	1.472	2.021%		4.1401	6.08%	
Muros	71.370	97.979%		63.915	93.917%	

7.8.7. Cafetería

7.8.7.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° De Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
1	56.87	4.59	59.165
		Peso Total	59.165

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	6	6
hn	3	3
Ct	60	60
T	0.05	0.05
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.417	0.417
ZUCS/R	0.252	0.252
P (Ton)	59.165	59.165

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 (Ton)	14.884	14.884

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X				
Nivel	**Pi**	**Hi**	**Pi*Hi**	**Fi**
1	59.165	3.000	177.495	14.884
		Σpjhj	177.495	14.884

Dirección Y-Y				
Nivel	**Pi**	**Hi**	**Pi*Hi**	**Fi**
1	59.165	3.000	177.495	14.884
		ΣPjhj	177.495	14.884

7.8.7.2. Análisis modal Espectral

- Modelo Estructural:

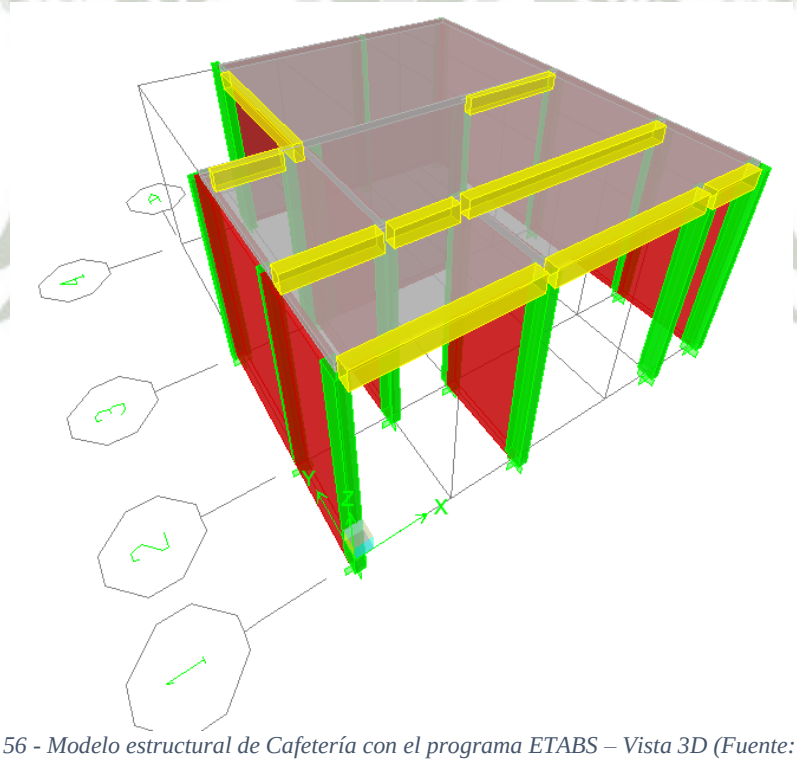


Figura 56 - Modelo estructural de Cafetería con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.083763	77.2104	0.5839	77.2104	0.5839
2	0.047761	3.5284	92.7027	80.7388	93.2867

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	0.039867	19.2612	6.7133	100	100

T x-x:	0.083763	s
T y-y:	0.047761	s

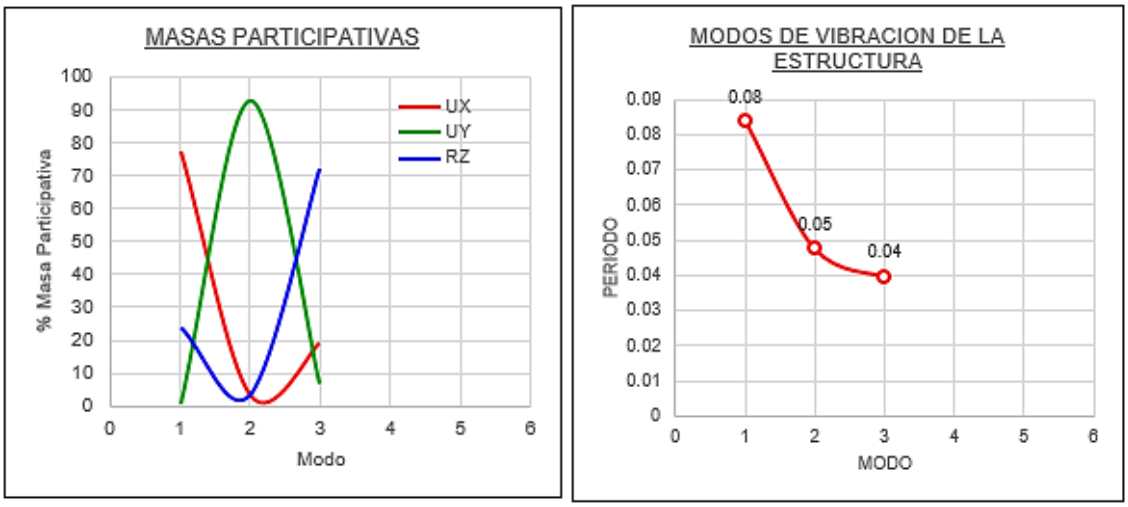


Figura 57 – Gráficas de modos Cafetería (Fuente: propia)

Modo	***Dirección Predominante***
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta:

N° DE PISO	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva Elástica	Deriva * 0.75R			Deriva Elástica	Deriva * 0.75R		
1	0.000153	0.0006885	0.005	**Ok**	0.000051	0.0002295	0.005	**Ok**

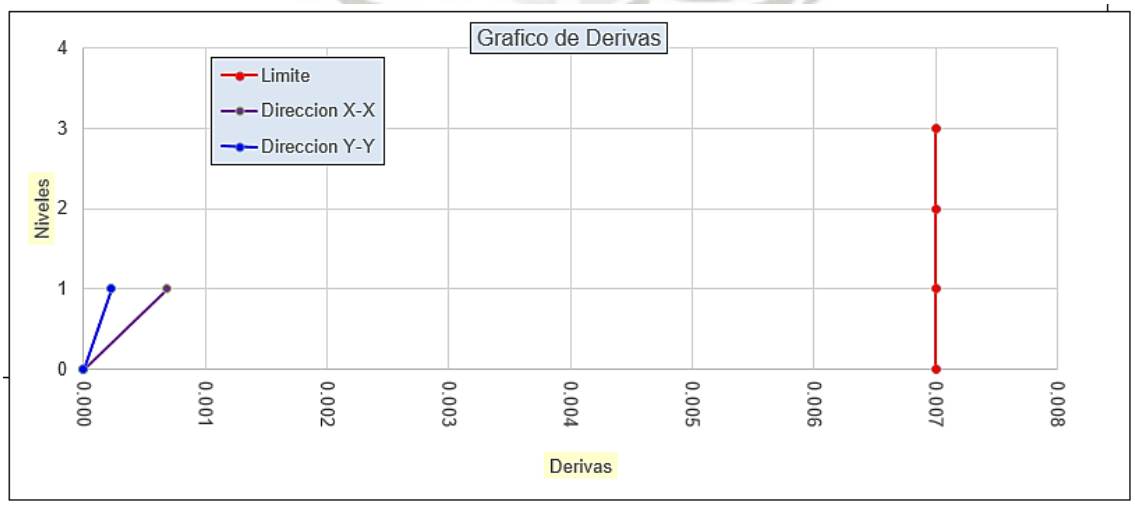


Figura 58 – Gráfica de desplazamiento Cafetería (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V dinámico (Ton)	9.240	10.330
80 % V estático (Ton)	11.907	11.907
Factor escalamiento	1.289	1.153

- Junta de separación sísmica:

S1 = 3 cm
S2 = 2.2 cm
S = 3 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		Conclusión	Dirección Y-Y		Conclusión
V	9.240	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES	10.330	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES
Columnas	0.644	6.967%		0.271	2.623%	
Muros	8.667	93.799%		10.108	97.851%	

7.8.8. SS. HH. 1 y 2

7.8.8.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
1	106.99	3.91	108.945
		Peso Total	108.945

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	6	6
hn	2.69	2.69
Ct	60	60
T	0.04	0.04
C	2.5	2.5

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

¿C/R ≥ 0.125?	0.417	0.417
ZUCS/R	0.252	0.252
P (Ton)	108.945	108.945
V (Ton)	27.406	27.406

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X				
Nivel	**Pi**	**Hi**	**Pi*Hi**	**Fi**
1	108.945	2.690	293.062	27.406
		Σpjhj	293.062	27.406

Dirección Y-Y				
Nivel	**Pi**	**Hi**	**Pi*Hi**	**Fi**
1	108.945	2.690	293.062	27.406
		ΣPjhj	293.062	27.406

7.8.8.2. Análisis modal Espectral

- Modelo Estructural:

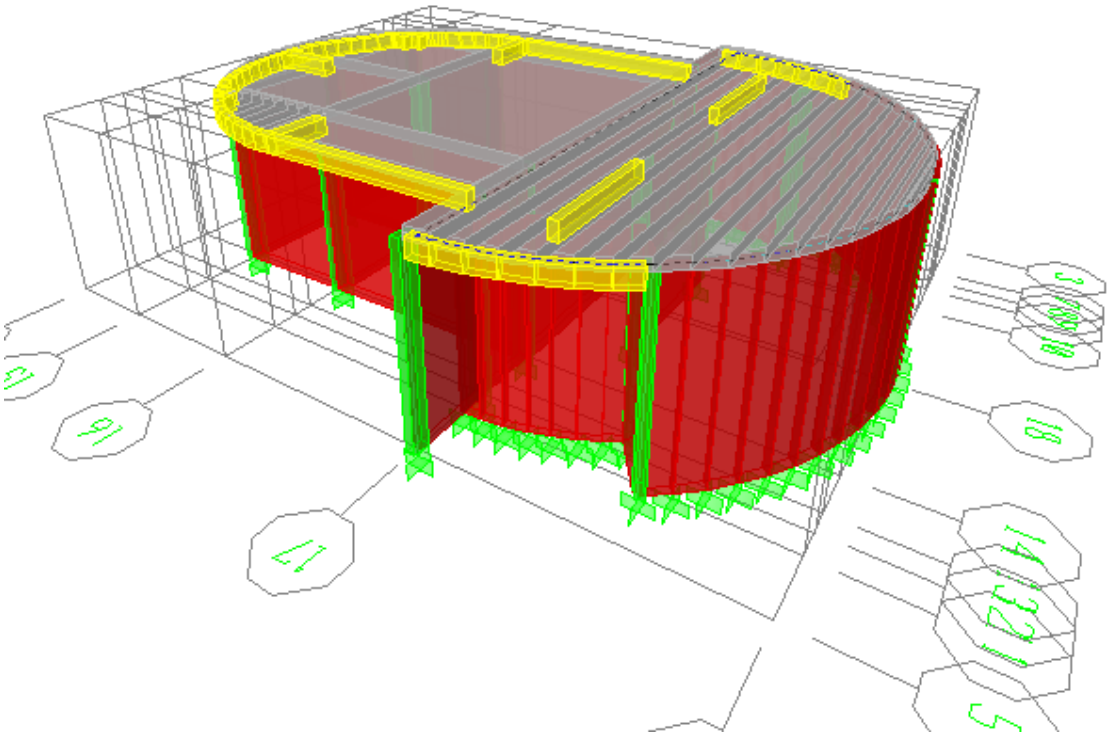


Figura 59 - Modelo estructural de SS.HH 1 y 2 con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.047502	0	100	0	100
2	0.043148	91.8934	0	91.8934	100
3	0.038297	8.1066	0	100	100

T x-x:	0.043148	s
T y-y:	0.047502	s

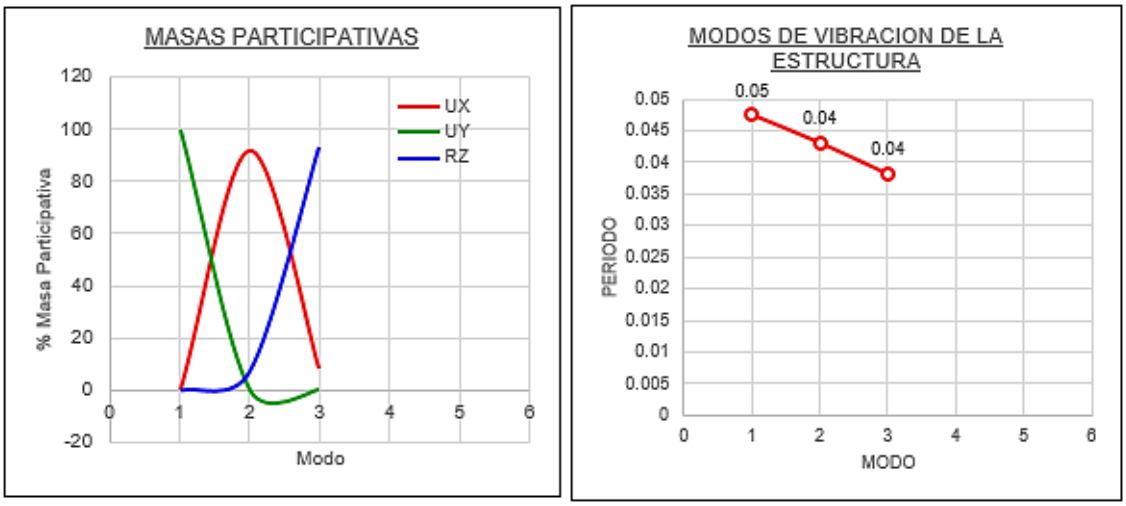


Figura 60 – Gráfica de modos SS.HH 1 y 2 (Fuente: propia)

Modo	*Dirección Predominante*
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta:

N° DE PISO	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva Elástica	Deriva * 0.75R			Deriva Elástica	Deriva * 0.75R		
1	0.000051	0.0002295	0.005	**Ok**	0.000047	0.0002115	0.005	**Ok**

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

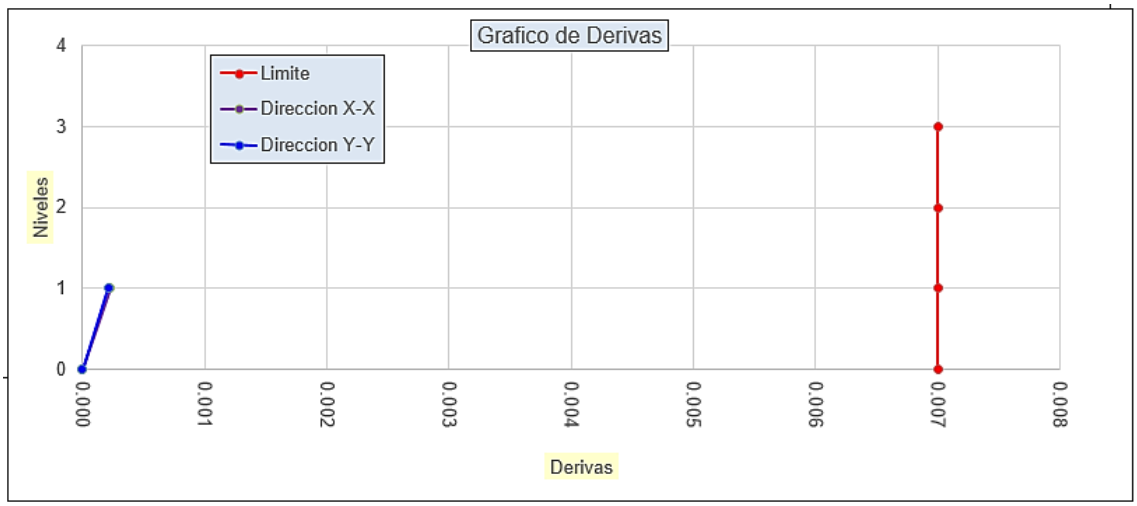


Figura 61 – Gráfica de desplazamiento SS.HH. 1 y 2 (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	**Dirección Y-Y**
V dinámico (Ton)	25.150	26.700
80 % V estático (Ton)	21.925	21.925
Factor escalamiento	0.872	0.821

- Junta de separación sísmica:

S1 = 3 cm
S2 = 2.076 cm
S = 3 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		**Conclusión**	**Dirección Y-Y**		**Conclusión**
V	25.150	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES	25.150	100.00%	MUROS ESTRUCTURALES
Columnas	0.357	1.42%		0.312	1.24%	
Muros	22.518	89.53%		19.997	79.52%	

7.8.9. Foyer

7.8.9.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	**Carga Muerta (Ton)**	**Carga Viva (Ton)**	**Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)**
1	157.97	20.61	168.275

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 Total	168.275

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	6	6
hn	3.8	3.8
Ct	60	60
T	0.0633	0.0633
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.313	0.313
ZUCS/R	0.189	0.189
P (Ton)	168.275	168.275
V (Ton)	**31.749**	**31.749**

- Distribución de la cortante en cada nivel:

N° de Piso	hi (m)	P (ton)	α	Fi (ton)
1	3.5	168.275	1.0000	**31.749**

7.8.9.2. Análisis modal Espectral

- Modelo Estructural:

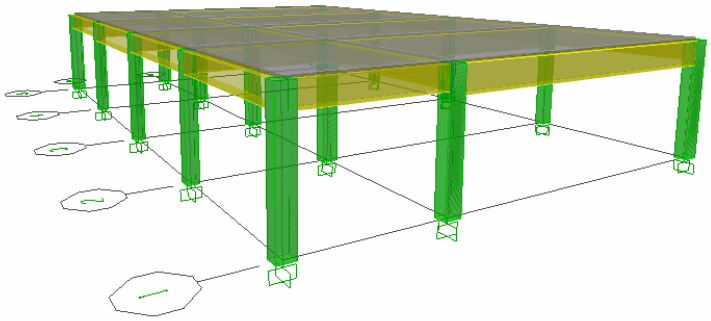


Figura 62 - Modelo estructural de Foyer con el programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.255886	0.0004	98.1421	0.0004	98.1421
2	0.213651	99.9672	0.0019	99.9676	98.144
3	0.192154	0.0324	1.856	100	100

T x-x:	0.213651	s
T y-y:	0.255886	s

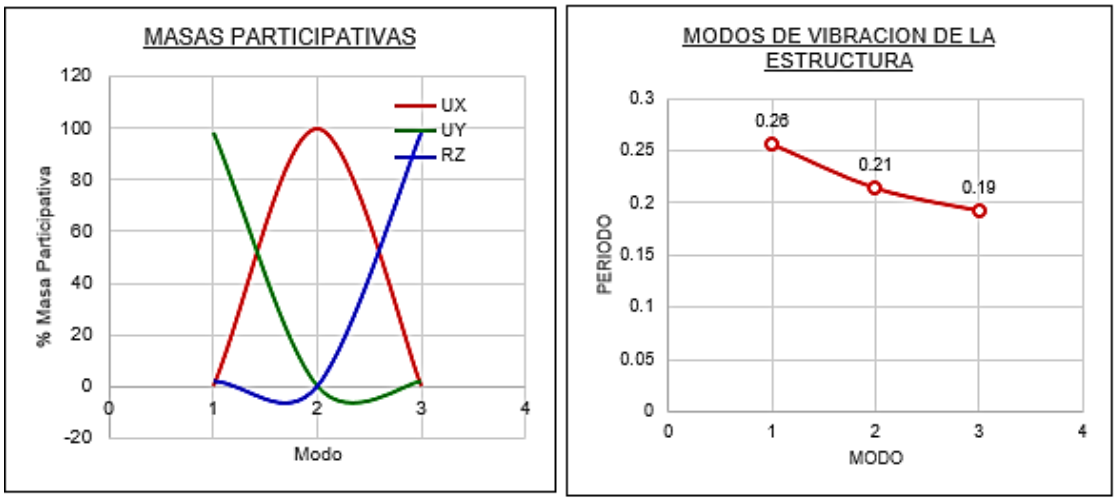


Figura 63 – Gráficas de modos Foyer (Fuente: propia)

Modo	***Dirección Predominante***
1	*1° Modo es en la Dirección Traslación X*
2	*2° Modo es en la Dirección Traslación Y*
3	*3° Modo es en la Dirección Rotacional Z*

- Desplazamiento de Respuesta:

N° de Piso	X-X		Límite de distorsión		Y-Y		Límite de distorsión	
	Deriva Elástica	Deriva * 0.75R			Deriva Elástica	Deriva * 0.75R		
1	0.00082	0.0049	0.007	**Ok**	0.0012	0.0066	0.007	**Ok**

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

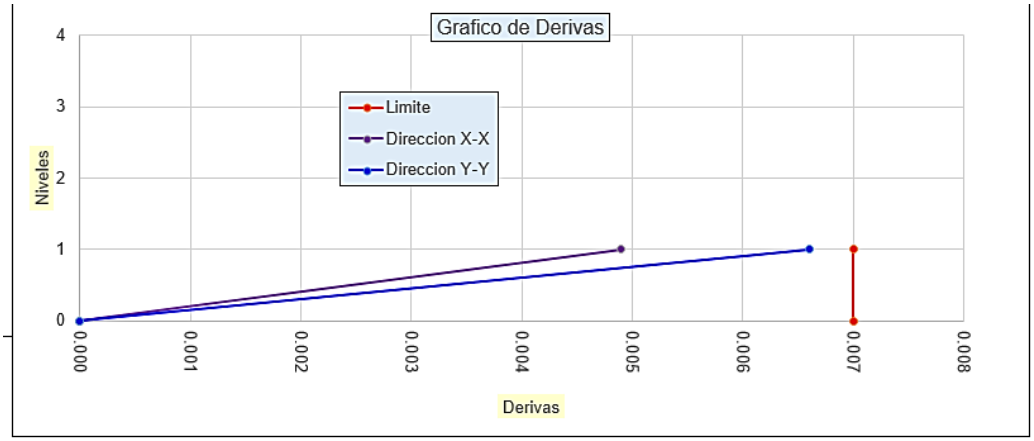


Figura 64 – Gráfica de desplazamiento (Fuente: propia)

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V dinámico (Ton)	30.130	29.720
80 % V estático (Ton)	25.399	25.399
Factor escalamiento	**0.843**	**0.855**

- Junta de separación sísmica:

S1 = 3 cm
S2 = 2.2 cm
S = 3 cm

- Verificación de R:

	Dirección X-X		Conclusión	Dirección Y-Y		Conclusión
V	30.121	100.00%		30.122	100.00%	
Columnas	30.121	100.00%	PORTICOS	30.122	100.00%	PORTICOS
Muros	0.00	0.00%		0.00	0.00%	

7.8.10. Piscina y Polideportivo

7.8.10.1. Análisis Estático

- Peso de la estructura:

N° de Piso	Carga Muerta (Ton)	Carga Viva (Ton)	Carga Muerta + 50 % Carga Viva (Ton)
1	168.99	36.978	187.479
		Peso Total	187.479

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Cortante basal mediante análisis estático:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.35	0.35
U	1.5	1.5
Tp	0.6	0.6
TL	2	2
S	1.15	1.15
R	8	8
hn	10.74	10.74
Ct	35	35
T	0.31	0.31
C	2.5	2.5
¿C/R ≥ 0.125?	0.313	0.313
ZUCS/R	0.189	0.189
P (Ton)	187.479	187.479
V (Ton)	35.372	35.372

- Distribución de la cortante en cada nivel:

Dirección X-X				
NIVEL	**Pi**	**hi**	**Pi*hi**	**Fi**
1	187.479	8.000	1499.832	35.372
		ΣPjhj	1499.832	35.372

Dirección Y-Y				
NIVEL	**Pi**	**hi**	**Pi*hi**	**Fi**
1	187.479	8.000	1499.832	35.372
		ΣPjhj	1499.832	35.372

7.8.10.2. Análisis modal Espectral

- Modelo 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

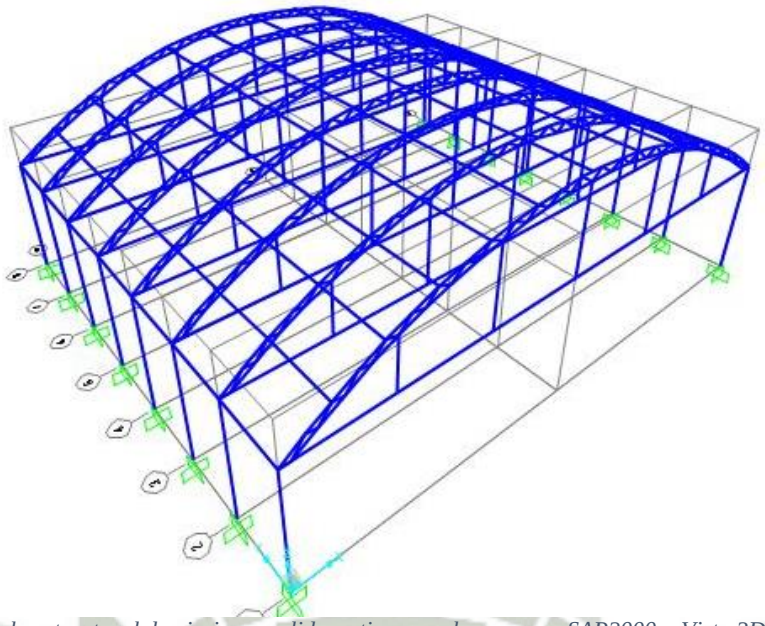


Figura 65 - Modelo estructural de piscina y polideportivo con el programa SAP2000 – Vista 3D (Fuente: propia)

- Modos y Periodos:

Modo	Periodo	% Masa Participante en X-X	% Masa Participante en Y-Y	Suma Masa Participante en X-X	Suma Masa Participante en Y-Y
1	0.351509	0.0015	98.5421	0.0015	98.5421
2	0.311522	98.7751	0.0004	98.7766	98.5425
3	0.291117	1.2234	1.4575	100	100

T x-x:	0.311522	s
T y-y:	0.351509	s

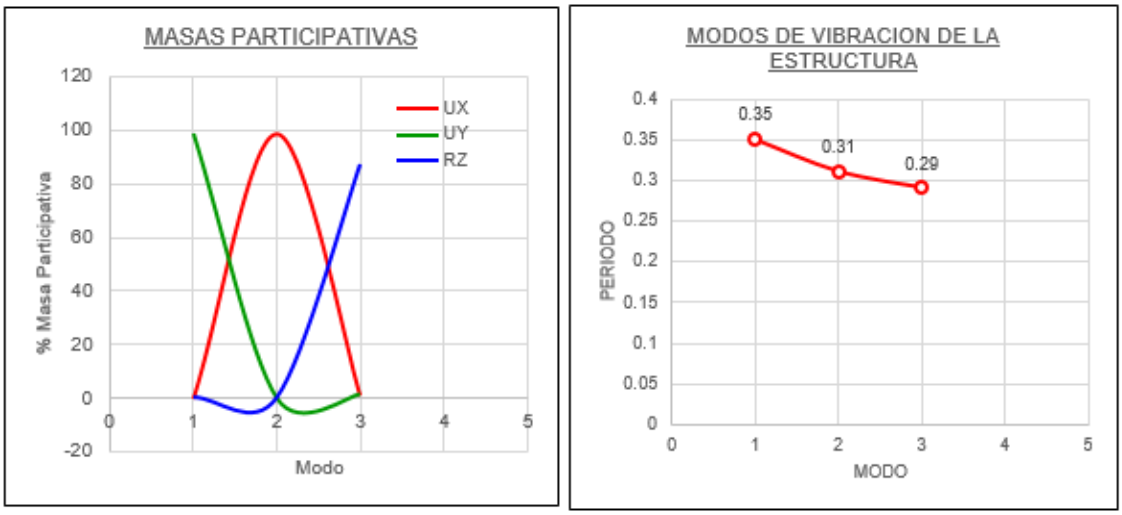


Figura 66 – Gráficas de modos Piscina y polideportivo (Fuente: propia)

- Desplazamiento de Respuesta:

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	H (m)	Dirección X-X				
		UX(cm)	3/4*R*UX	Δi (cm)	Δi/Hi	Cumple?
1	10.74	1.2428	7.457	7.457	0.006943	Cumple
Nivel	**H (m)**	**Dirección Y-Y**				
		UY(cm)	3/4*R*UY	Δi (cm)	Δi/Hi	Cumple?
1	10.74	9.0625	54.375	54.375	0.050628	Cumple

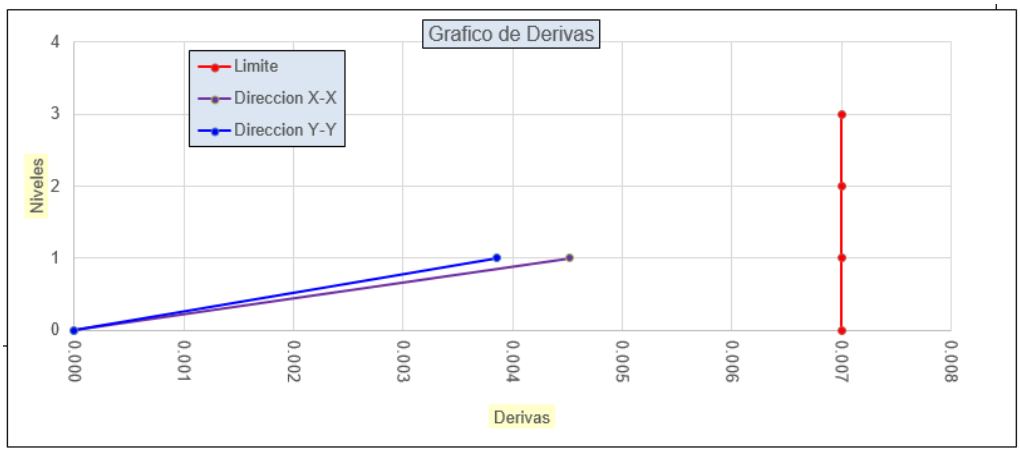


Figura 67 – Gráfica de desplazamiento Piscina y Polideportivo (Fuente: propia)

- Junta de separación sísmica:

S1 = 3 cm
S2 = 4.2 cm
S = 4.2 cm

- Fuerza Cortante Mínima en la base:

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
V dinámico (Ton)	26.341	25.147
80 % V estático (Ton)	28.2976	28.2976
Factor escalamiento	**1.074**	**1.125**

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 VIII

DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS

8.1. Concepto

Las losas aligeradas son bastantes usadas en el Perú, el uso de ladrillos reduce el uso de concreto por lo que disminuye a la vez el peso de estas. Estas losas están constituidas por una serie de pequeñas vigas T, llamadas nervaduras o viguetas, unidas a través de una losa de igual espesor que el ala de la viga. En la Fig. 068 se muestra la sección de una losa nervada en la que se aprecia que el refuerzo se concentra en el alma de las viguetas.

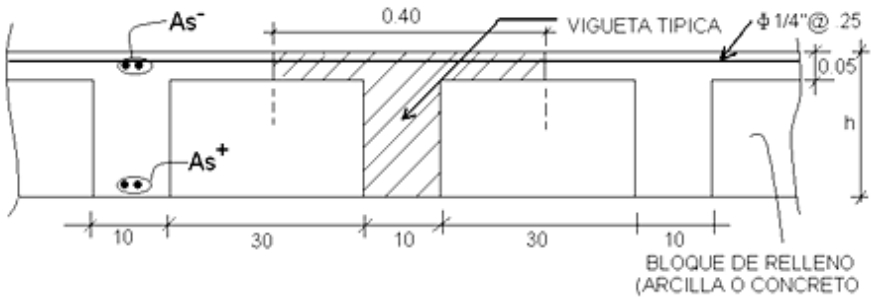


Figura 68 – Geometría de una losa aligerada (Fuente: "Apuntes del curso de concreto armado I" – Gian Franco Ottazzi)

Las losas aligeradas, las cuales trabajan por flexión y corte, siendo más importante el diseño por flexión. En cada sección debe cumplir que la resistencia nominal modificada por su factor de reducción, debe ser mayor que las solicitaciones últimas.

8.2. Consideraciones de diseño.

Para diseñar las losas aligeradas se empleó el Software ETABS (versión 9.7.4) en donde se modelo cada vigueta, por lo general se escoge la vigueta más crítica.
Por lo general, los techos no soportan cargas sísmicas considerables, por lo que solo se usó la siguiente combinación critica:

$$U = 1.4\,CM + 1.7\,CV$$

Donde:
CM: Carga muerta
CV: Carga viva

8.2.1. Diseño por Flexión

Para determinar la cuantía de acero necesaria por flexión se debe calcular el factor Ku, mediante la siguiente expresión:

$$Ku = \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde:
Mu: Momento ultimo
b: Es el ancho de la sección
d: Es el peralte efectivo de la sección

Mediante el uso de tablas de cuantías en función de Ku y f'c, se obtiene la cuantía necesaria "ρ".

Para determinar el área de acero de refuerzo requerida, se hará con la siguiente expresión:

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

Se puede verificar la longitud del bloque de compresiones "a" con la siguiente expresión:

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

La Norma E.0.60 brinda la siguiente expresión para secciones rectangulares y "T" con el ala en compresión, donde el refuerzo elegido debe ser mayor que el refuerzo mínimo:

$$As_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d}{fy}$$

En cuanto al acero máximo, la Norma E.0.60 indica que la cuantía de acero en una sección no debe ser mayor al 75% de la cuantía balanceada. Con esto último se espera tener una sección sub-reforzada con falla dúctil.

8.2.2. Diseño por corte

Las losas aligeradas no cuentan con estribos, el concreto debe tomar todos los esfuerzos cortantes que se generen. La Norma E.0.60 permite un incremento del 10% de la resistencia para aligerados y losas nervadas; por lo tanto, la resistencia de diseño para aligerados es la siguiente:

$$\emptyset Vc = 1.1 \cdot \emptyset \cdot 0.53\sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d$$

Donde:
d: Peralte efectivo
bw: Ancho de la sección
f'c: Resistencia característica del concreto

Una vez determinada la resistencia al cortante del aligerado, se verifica que sea mayor que la fuerza cortante última Vu, obtenida a "d" de la cara del 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

Si la resistencia es menor, se retiran los ladrillos adyacentes a los apoyos, generando ensanches. Estos ensanches pueden ser alternados, los cuales dan como resultado un aumento en el ancho de la sección de 10 a 25 cm; o pueden ser ensanches corridos que aumentan a 40 cm el ancho de la sección. Si la resistencia de la sección, luego de hacer ensanches, no es suficiente, debe aumentarse el peralte o, en todo caso, aumentar la calidad del concreto.

8.2.3. Refuerzo por cambios volumétricos

En el artículo 9.7.2 de la Norma E-060 indica que en losas estructurales donde el refuerzo por flexión se extienda en una dirección, se deberá proporcionar refuerzo perpendicular a éste para resistir los esfuerzos por retracción del concreto y cambios de temperatura.

Barras lisas	0,0025
Barras corrugadas con fy < 420 MPa	0,0020
Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $fy \geq$ 420 MPa	0,0018

Tabla 29. Cuantía para refuerzo por cambios volumétricos
(Fuente: Norma E-060)

8.2.4. Corte del refuerzo:

Con el fin de uniformizar el diseño y la elaboración de planos se siguieron los criterios mostrados en la fig.

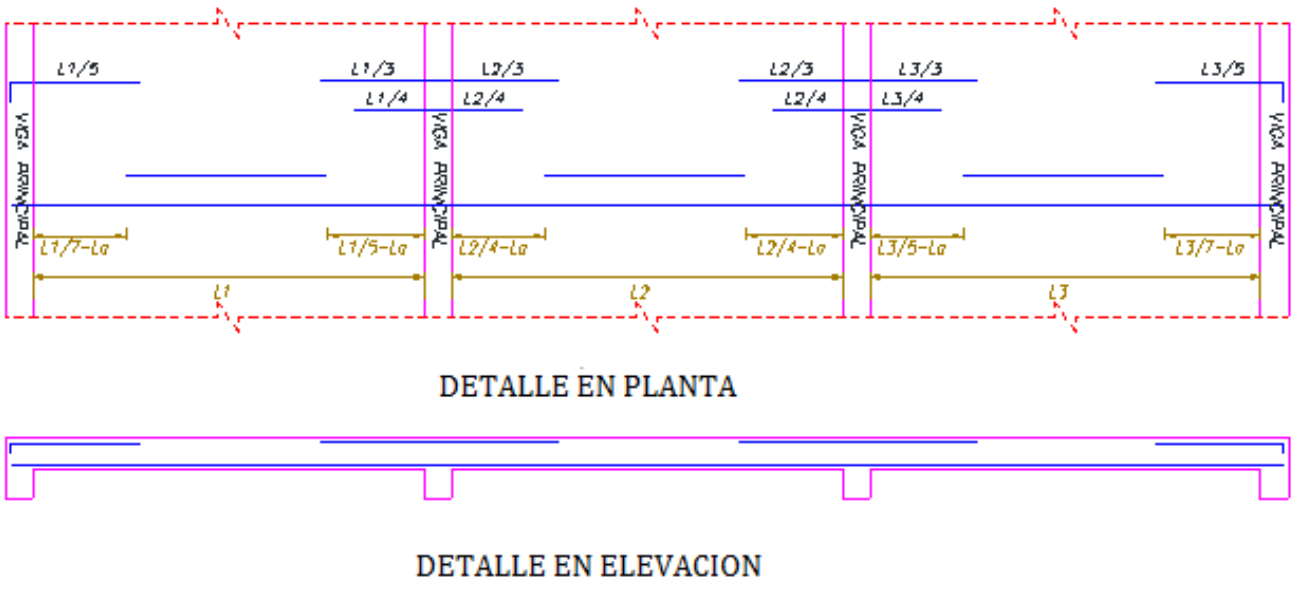


Figura 69 – Detalles en planta y elevación del corte de refuerzo de losa aligerada (Fuente: propia)

8.3. Ejemplo de diseño.

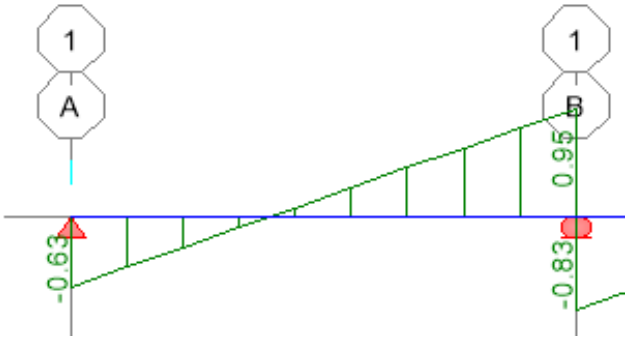
Se toma como ejemplo la vigueta ubicada en el Pabellón 6 entre los ejes C y C' y los ejes 35 y 33.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diagrama de Fuerza Cortante



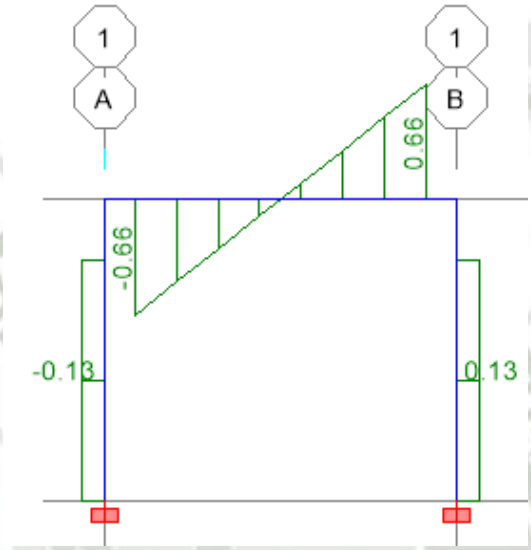
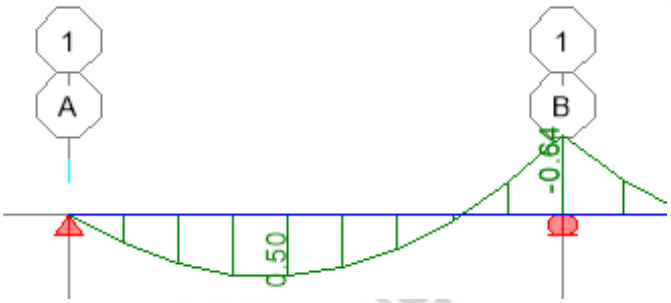


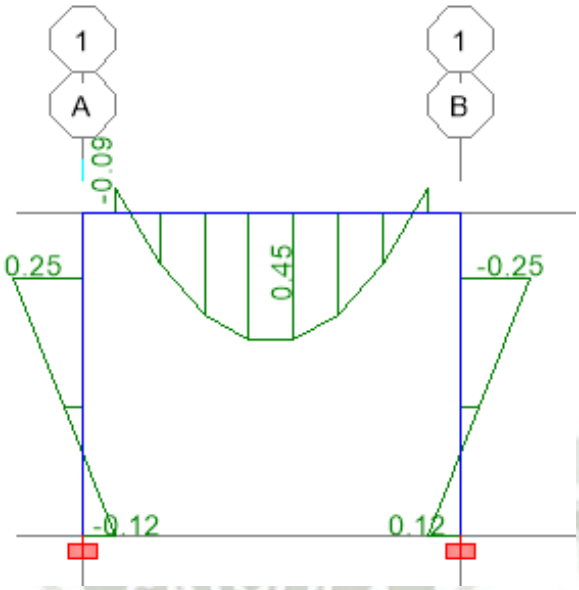
Diagrama de Momento Flector



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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

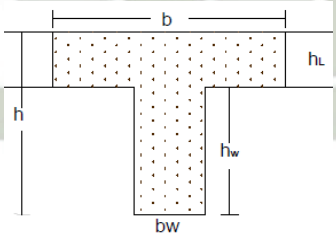


I. Datos de Diseño:

Resistencia del Concreto	f'_c =	210	kgf/cm2
Módulo de Fluencia	f_y =	4200	kgf/cm2

II. Dimensiones de la Vigueta:

Ancho de la vigueta	b =	40	cm
	b_w =	10	cm
Altura de la vigueta	h =	20	cm
	h_L =	5	cm
Espaciamiento Libre	n =	30	
Numero de Viguetas / M	$N_{viguetas}$ =	2.5	



III. Metrado de Cargas:

AULAS (S/C = 250)				
Carga	**Descripción**		**Metrado**	**Unidades**
CM	Peso propio	0.30 x 0.40	0.12	ton/m
	Piso terminado	0.1 x 0.40	0.04	ton/m
		CM total	**0.16**	**ton/m**
CV	S/C	0.25 x 0.40	0.10	ton/m
		CV total	**0.10**	**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

IV. Diseño por Flexión

- Acero mínimo:

a (cm)	As min (cm 2)
0.48	0.36

- Momento Positivo:

Mu (tn-m)	b (cm)	d (cm)	f'c (kgf/cm2)	ku	ρ	As cm2
0.5	40	17	210	4.32525952	0.0043	2.924

- Momento Negativo:

Mu (tn-m)	b (cm)	d (cm)	f'c (kgf/cm2)	ku	ρ	As cm2
0.64	10	17	210	22.1453287	0.0064	1.088

V. Diseño por Cortante

En el diagrama de fuerza cortante los valores de fuerza de corte son a la cara de apoyo, pero la norma te permite diseñar a una distancia “d” de la cara de apoyo.

b (cm)	d (cm)	f'c (kgf/cm2)	φVc (tn)	Vu (tn)
10	17	210	1.221	0.95

Como ϕVc > Vu no es necesario seguir con el diseño por cortante

VI. Corte 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

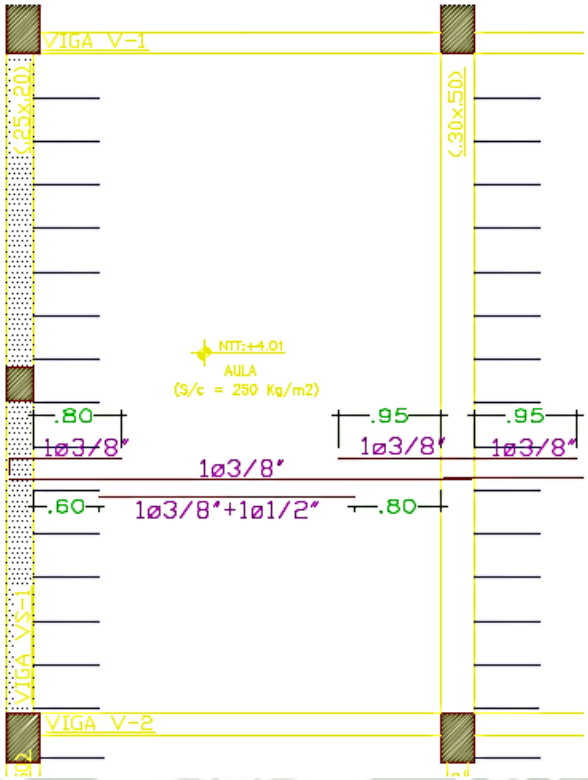


Figura 70 – Armado de losa aligerada Pabellón 06, acero longitudinal (Fuente: propia)

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 IX

DISEÑO DE LOSAS MACIZAS

9.1. Concepto

Las losas macizas se usan para proveer de rigidez al diafragma, sin embargo, en el proyecto a realizar no se contempla el uso de losas macizas con dicho fin. Se utilizan para losas de fondo de cisterna, cuarto de máquina y piscina.

9.2. Consideraciones de diseño

El procedimiento de diseño será similar al caso de losas aligeradas con secciones de 1m de ancho. La armadura principal mínima tendrá la misma cuantía que el refuerzo por temperatura que será igual a 0.0018.

$$A_{smin} = 0.0018\ bh$$

Donde:
b: ancho referencial (1.00 m)
h: espesor de losa

El refuerzo generalmente se va a distribuir en dos capas para ambas caras. Además, el refuerzo por temperatura tendrá un espaciamiento no mayor a 45 cm ni cinco veces el espesor de losa.

El diseño por corte se realizará de la misma manera al de una losa aligerada sin un aumento del 10%.

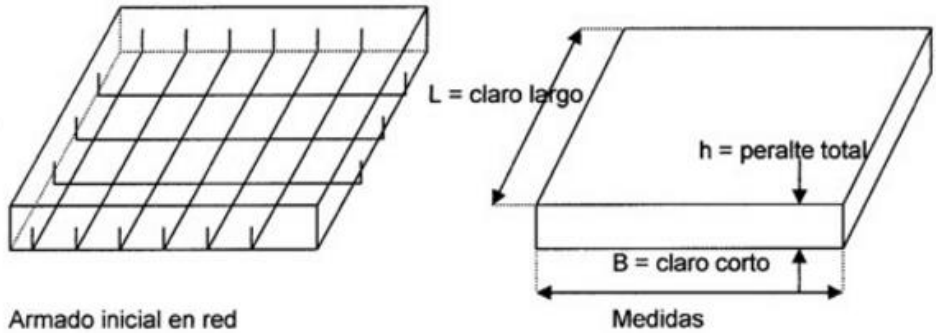


Figura 71- Geometría de losa maciza

9.3. Ejemplo de diseño

El diseño se ha realizado en el Capítulo XVI para la losa de fondo, losa superior, según sea el caso, y paredes las cuales se han modelado como losas verticales apoyadas en sus cuatro extremos.

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 X

DISEÑO DE VIGAS

10.1. Concepto.

Las vigas transmiten las cargas de gravedad hacia los elementos estructurales verticales como las placas y las columnas. Las cargas que soportan las vigas entre las que tenemos su peso propio, el peso losa maciza y/o aligerada, el peso de tabiques, etc. En un sismo las vigas absorben las cargas de sismos por lo que también absorben los esfuerzos generados por las deformaciones laterales de los pórticos en el que se encuentran. Las vigas se diseñan por flexión y por corte.

10.2. Consideraciones de diseño.

Para diseñar las vigas se empleó el Software ETABS (versión 9.7.4) en donde se modelo la estructura, las vigas como absorben las cargas gravedad y de sismo se obtuvieron los momentos y cortantes de la envolvente de las combinaciones de carga siguientes:

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

10.3. Diseño por Flexión

Para determinar la cuantía de acero necesaria por flexión se debe calcular el factor Ku, mediante la siguiente expresión:

$$Ku = \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

Donde:

Mu: Momento ultimo
b: Es el ancho de la sección
d: Es el peralte efectivo de la sección

Mediante el uso de tablas de cuantías en función de Ku y f'c, se obtiene la cuantía necesaria "ρ".

Para determinar el área de acero de refuerzo requerida, se hará con la siguiente expresión:

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

10.3.1. Acero máximo y mínimo

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 punto de falla de una sección está directamente relacionado con la cuantía de refuerzo, estas fallas pueden ser de tres tipos:

- Sección sobre-reforzada
- Sección balanceada
- Sección sub-reforzada

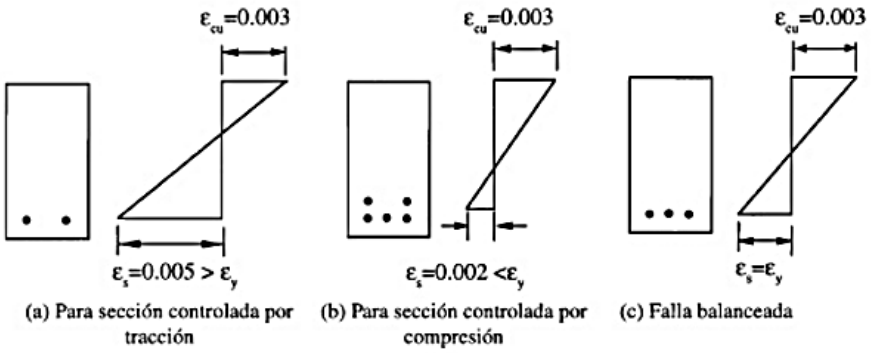


Figura 72 – Distribución de deformaciones por fallas (Fuente: "Diseño de estructuras de concreto armado – Teodoro Harmsen)

El modo de falla recomendado es por tracción (sección sub-reforzada), con un excesivo refuerzo fallaría por compresión (sección sobre-reforzada), motivo por el cual la norma fija un porcentaje de la cuantía balanceada como cuantía máxima $0.75\rho_b$; este refuerzo es considerado antieconómico, por lo que se reduce a $0.50\rho_b$.

$$As_{max} = 0.75 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d$$

Para evitar que el momento que ocasiona el agrietamiento sea superior a la resistencia de la sección y se produzca una falla frágil, se establece una cuantía mínima para lo que necesario analizar la viga antes y después del agrietamiento, de donde la norma proporciona la siguiente ecuación:

$$As_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d}{fy}$$

Según la norma E-060 en el Acápite 10.5.3. "No es necesario satisfacer dichos requisitos, si en cada sección del elemento el área de acero en tracción proporcionada es al menos un tercio superior a la requerida por análisis"

10.4. Diseño por corte

Se evaluará el cortante Vu a una distancia "d" de la cara del apoyo, donde "d" es el peralte efectivo. En caso el concreto sólo no sea capaz de tomar la fuerza cortante, se deberá verificar que el aporte de los estribos satisfaga la solicitación.

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 la fuerza cortante Vu exceda de φVc, deberá proporcionarse refuerzo por corte de manera que se cumpla:

$$Vu < \varphi Vn$$
$$Vu < \varphi(Vc + Vs)$$

Donde:
Vu: Resistencia requerida por corte en la sección analizada.
Vn: Resistencia nominal al corte de la sección.
Vc: Resistencia al corte proporcionada por el concreto.
φ: Factor de reducción (φ =0.85)

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

Donde:
d: Peralte efectivo
bw: Ancho de la sección
f'c: Resistencia característica del concreto

$$Vs = \frac{Vu}{\varphi - \mathrm{Vc}} = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{s}$$

Donde:
Av: Área de las ramas de los estribos que atraviesan el alma.
s: Espaciamiento de estribos.
fy: Resistencia a la fluencia del acero.

La resistencia que proporcione el refuerzo no deberá ser mayor a:

$$V_s \leq 2.1\sqrt{f_c'}\, b_w d$$

Los estribos se distribuirán siguiendo los requisitos que se presentan:

- El primer estribo se ubicará a una distancia no mayor de 5cm de la cara del nudo
- La zona de confinamiento será de 2 veces el peralte donde el espaciamiento será definido por: 0.25d, 8db o 30cm, el menor valor.
- El espaciamiento fuera de la zona de confinamiento no será mayor a 0.5d.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

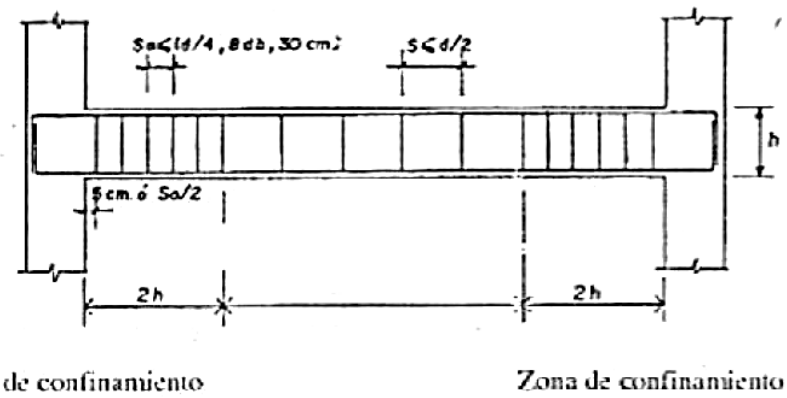


Figura 73 – Distribución del refuerzo transversal de vigas (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco)

Además, la norma restringe el espaciamiento mediante dos criterios basados en una cortante referencial:

$$V_{sref} = 1.1\sqrt{f_c'}\, b_w d$$

Si:

- $V_{scalc} \leq V_{sref}$:
  El espaciamiento máximo será 0.5d o 60 cm
- $V_{scalc} \geq V_{sref}$:
  El espaciamiento máximo será 0.25d o 30 cm

Adicionalmente, en el capítulo 21 de la Norma E.0.60 se presentan algunas disposiciones especiales, para vigas correspondientes a edificios con sistemas de muros estructurales.

La fuerza cortante de diseño Vu de las vigas que resistan efectos sísmicos no debe ser menor que el valor obtenido de las siguientes consideraciones:

- La suma del cortante asociado con el desarrollo de los momentos nominales (Mn) del elemento en cada extremo restringido de la luz libre y el cortante isostático calculado para las cargas de gravedad tributarias amplificadas.

- El cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño, con un factor de amplificación para los valores del sismo igual a 2.5

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

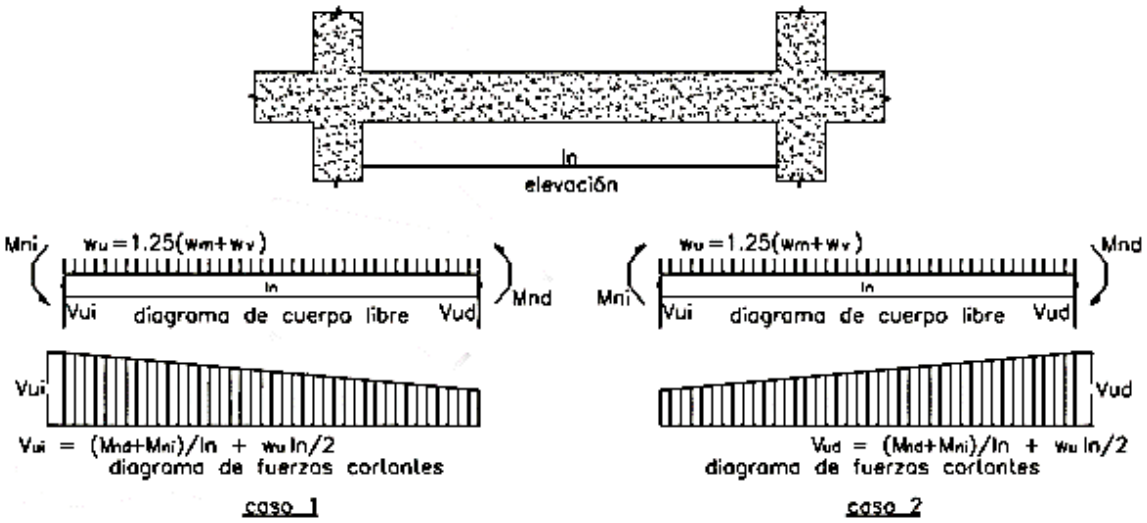


Figura 74 – Fuerza cortante de diseño en vigas (Fuente: RNE E 060)

10.5. Deflexiones

El control de deflexiones se realiza ante condiciones de servicio para elementos sometidos a flexión procurando una adecuada rigidez con el fin de limitar cualquier tipo de deformación.

En la norma E-060 nos proporcionan una tabla con peraltes mínimos para evitar el chequeo por deflexiones la cual fue utilizada para el pre-dimensionamiento de vigas.

10.6. Desarrollo del refuerzo longitudinal

El momento de diseño en una viga simplemente apoyada sometida a carga repartida no es uniforme en toda su extensión, siento mayor en la parte central; por lo tanto, resulta anti-económico utilizar el mismo refuerzo a lo largo de la viga. La norma nos proporciona una longitud de desarrollo para las barras diseñadas a solicitaciones de tracción o compresión. En el Acápite 12.2 del Capítulo 12 de la Norma E-060 nos proporcionan fórmulas para el cálculo de la longitud de desarrollo para barras a tracción.

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 12.1
LONGITUD DE DESARROLLO DE BARRAS EN TRACCIÓN

Condiciones	Alambres corrugados o barras de 3/4" y menores	Barras mayores de 3/4"
Espaciamiento libre entre barras o alambres que están siendo empalmados o desarrolladas no menor que *db*, con recubrimiento libre no menor que *db*, y estribos a lo largo de ℓd por lo menos iguales al mínimo indicado en 11.5.6. Aplicable también cuando el espaciamiento libre entre barras o alambres que están siendo desarrolladas o empalmadas no sea menor que 2 *db* y el recubrimiento libre no menor que *db* (ver Fig.12.1).	$\left(\frac{fy\ \psi t\ \psi e\ \lambda}{2{,}6\sqrt{f'c}}\right) db$	$\left(\frac{fy\ \psi t\ \psi e\ \lambda}{2{,}1\sqrt{f'c}}\right) db$
Otros casos	Ver 12.2.3	Ver 12.2.3

Tabla 30. Longitud de desarrollo de barras de tracción (Fuente: E-060)

Donde las variables se obtienen de la siguiente tabla:

TABLA 12.2
FACTOR DE MODIFICACIÓN DE LAS LONGITUDES DE DESARROLLO

Factor	Condiciones	Valor
Ψ_t	Barras superiores.*	1,3
	Otras barras.	1,0
Ψ_e	Barras o alambres con tratamiento superficial epóxico y recubrimiento menor que 3*db* o espaciamiento libre menor que 6 *db*.	1,5
	Otras barras o alambres con tratamiento superficial epóxico.	1,2
	Barras sin tratamiento superficial	1,0
Ψ_s	Barras de 3/4" y menores.	0,8
	Barras mayores de 3/4".	1,0
λ	Concreto liviano.	1,3
	Concreto de peso normal.	1,0

El producto: $\Psi_t \Psi_s$ no necesita considerarse mayor que 1,7
* Se consideran barras superiores aquellas que tienen 300 mm o más de concreto fresco por debajo de ellas.

Tabla 31. Factor de modificación de las longitudes de desarrollo (Fuente: E-060)

Para barras a compresión la longitud de desarrollo se calcula por las siguientes expresiones:

$$L_{dc} = 0.075\ db\ \frac{f_y}{f'_c} \quad ; \quad Ldc = 0.043\ f_y\ db$$

El corte del fierro provoca que se produzcan concentraciones de esfuerzos en estos puntos, por lo que, debe ser evitado en lo posible; además, para asegurar que tenga una adecuada longitud que permita llegar a la fluencia se le debe prolongar una distancia igual a peralte efectivo "d" o 12 veces el diámetro de la barra "12db".

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 los elementos que resisten sismo deben tener un refuerzo continuo de 2 barras con un área no menor de ¼ de área requerida ni menor que la mínima.

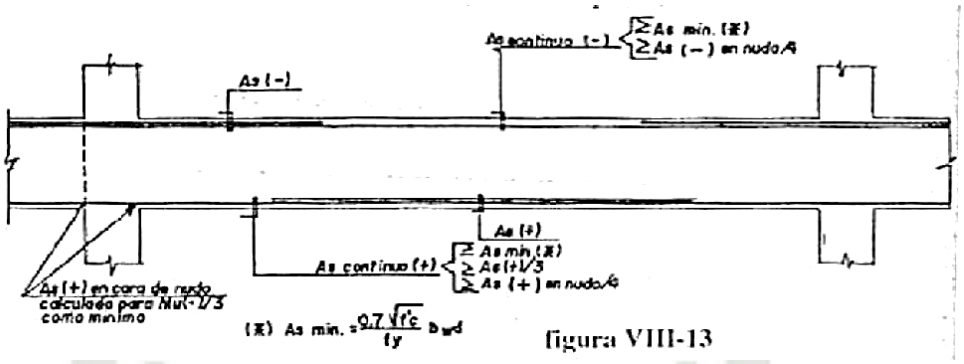


Figura 75 – Requisitos para vigas que resisten sismo (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco)

Para el gancho estándar de las barras de refuerzo se usa la siguiente expresión:

$$L_{dg} = 0.075\, db\, \psi_e\, \lambda\, \frac{f_y}{f_c'}$$

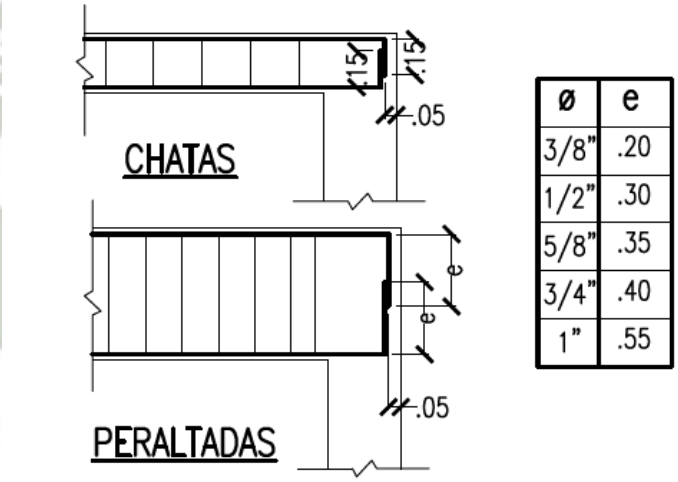


Figura 76 – Detalle del desarrollo dentro de las columnas para vigas chatas y peraltadas

Se presenta un cuadro con las longitudes de desarrollo y de gancho estándar para diferentes diámetros con acero de 4200 kgf/cm2 y concreto de 210 kgf/cm2.

Diámetro	Ld (cm)	Ldc (cm)	Ldg (cm)
3/8	33.666	17.202	20.705
1/2	44.888	22.936	27.606
5/8	56.110	28.670	34.508
3/4	67.332	34.404	41.409
1	111.540	45.872	55.212
1 3/8	153.367	63.075	75.917

Tabla 32. Longitudes de desarrollo y de gancho estándar (Fuente: E-060)

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, el corte no deberá ser menor al calculado por el diagrama de momento flector, teniendo el momento resistente por el refuerzo restante que no va a correr, adicionando el peralte o 12 veces el diámetro de la barra, como lo indica el Ing. Antonio Blanco Blasco:

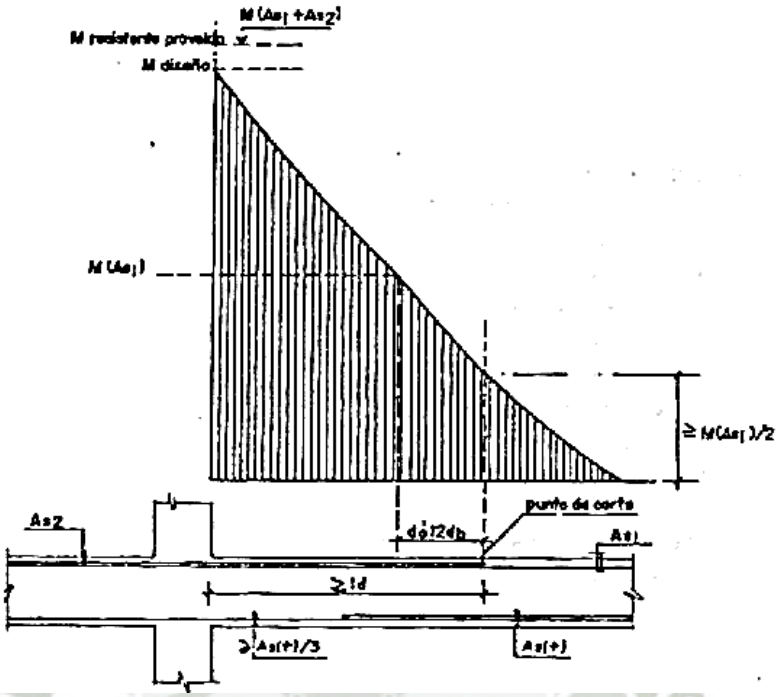


Figura 77 – Desarrollo del refuerzo (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco)

10.7. Empalmes traslapados para vigas

El cálculo de longitud de empalmes es necesario para asegurar que las barras desarrollen al máximo su capacidad y resistencia para la que fue diseñada. La norma E-060 nos presenta consideraciones a tomar en cuenta para traslapes en barras a compresión y tracción.

Existen dos tipos de empalme:

- Empalme clase A, 1.0 ld
- Empalme clase B, 1.3 ld

Se clasificarán de acuerdo a la siguiente tabla:

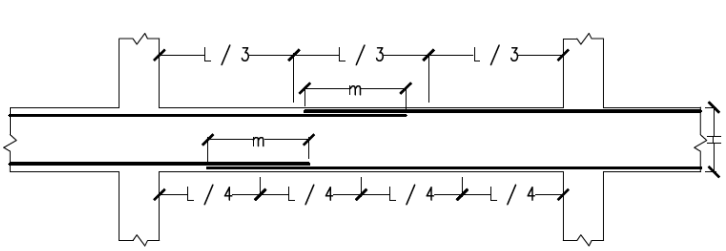
$\frac{As\ proporcionado}{As\ requerido}$ (*)	Porcentaje máximo de *As* empalmado en la longitud requerida para dicho empalme	
	50	100
Igual o mayor que 2	Clase A	Clase B
Menor que 2	Clase B	Clase B

Tabla 33. Empalmes por traslape en tracción (Fuente: Norma. E.060)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



VALORES DE m			
ø	Refuerzo inferior	Refuerzo superior	
	H cualquiera	H<30	H>=30
3/8"	40	40	45
1/2"	40	40	45
5/8"	50	45	60
3/4"	65	50	70
1"	115	90	125

Figura 78 – Empalmes traslapados en vigas

10.8. Doblado de estribos en vigas

Las barras de refuerzo deben doblarse en su término formando diferentes tipos gancho los cuales deben cumplir los siguientes requisitos:

- Para refuerzo longitudinal:
  Para un doblez de 180° una extensión mínima e 4db o 6.5cm y para uno de 90° uno de 12db.

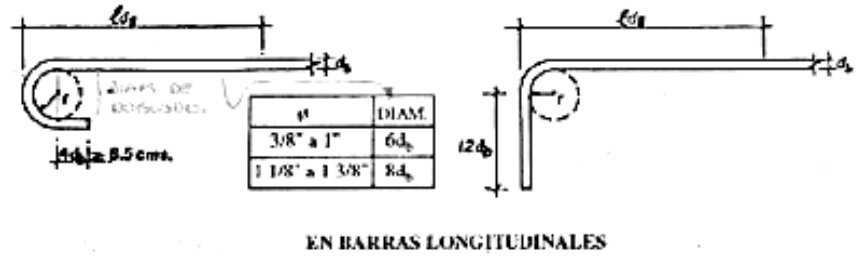
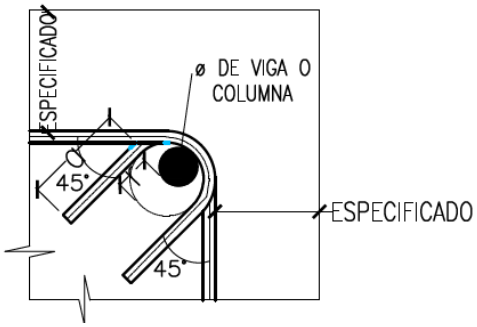


Figura 79 – Detalle del gancho estándar de refuerzo longitudinal (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones" – Antonio Blanco Blasco)

- Para refuerzo transversal:
  Una extensión mínima de 10db y para aquellos que no resistan sismo, 6db.



ø	r	a
6mm	2cm	7.5cm
8mm	2.5cm	8cm
1/4"	2cm	7.5cm
3/8"	3cm	8cm

Figura 80 - Detalle del gancho estándar de refuerzo transversal

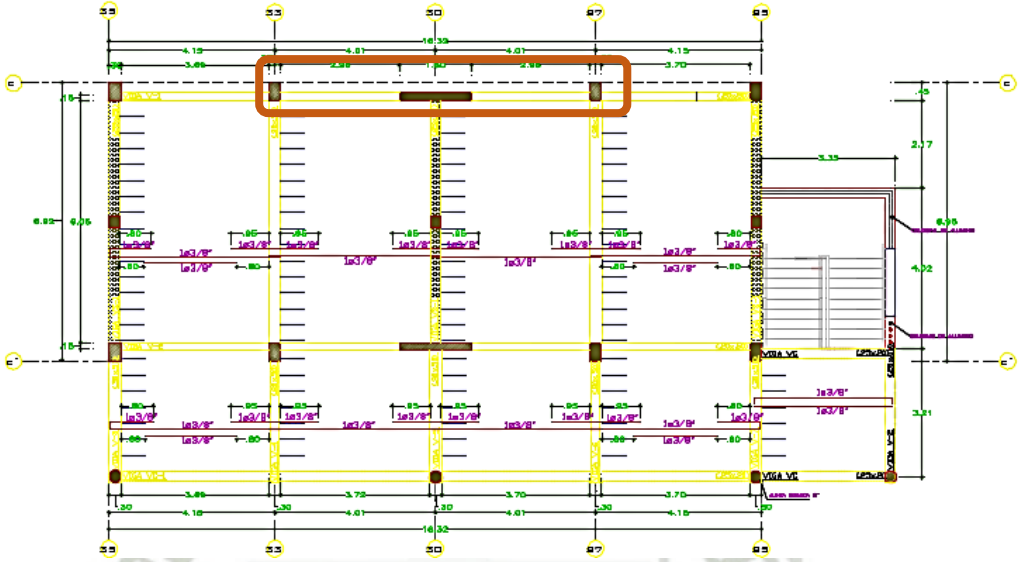
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

10.9. Ejemplo de diseño

Se toma como ejemplo la viga ubicada en el Pabellón 6 en el eje C entre los ejes 33 y 27, ubicada en el segundo nivel.



Datos de Diseño:

Resistencia del Concreto	f '$_c$ =	210	kgf/cm2
Esfuerzo de Fluencia	f_y =	4200	kgf/cm2
Módulo de elasticidad	E =	2100000	kgf/cm2

Dimensiones de la Viga:

Ancho	b =	20	cm
Peralte	h=	50	cm

Calculo del Peralte Efectivo:

Para el recubrimiento realizamos el siguiente cálculo:

$$r = r_{libre} + \emptyset_e + \frac{\emptyset}{2}$$

Donde:
r_{libre}= Recubrimiento que según la norma E 060 corresponde 40 mm (4 cm)
$\emptyset_e$= Diámetro del acero de refuerzo transversal (cm)
Ø = Diámetro del acero de refuerzo longitudinal

r_{libre}=	4	cm	
ϕ_e =	0.95	cm	(Para un refuerzo de 3/8”)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ϕ = 1.27 Cm (Para un refuerzo de 1/2")

$$r = 4 + 0.95 + \frac{1.27}{2} = 5.585\ cm$$

Peralte efectivo : d = h - r = 44.415 cm

Del análisis dinámico obtenemos los diagramas correspondientes:

Diagrama de Momento Flector

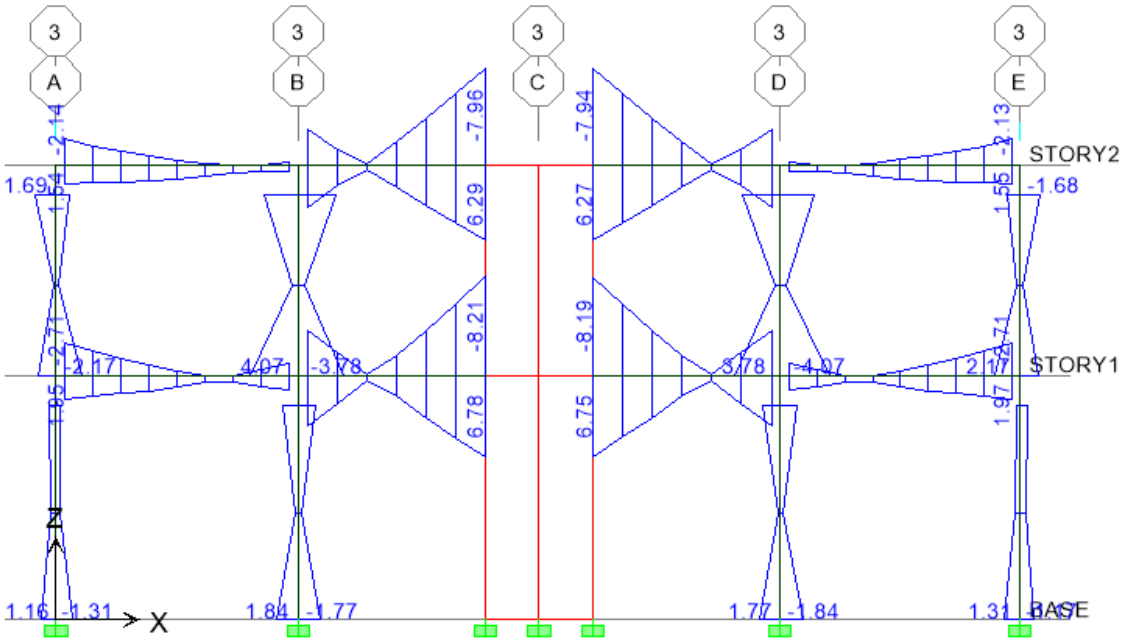


Diagrama de Momento Flector del eje C

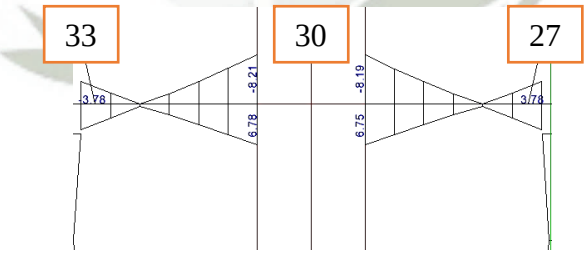


Diagrama de Momento Flector del Eje C entre los ejes 33-27

Diagrama de Fuerza Cortante

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

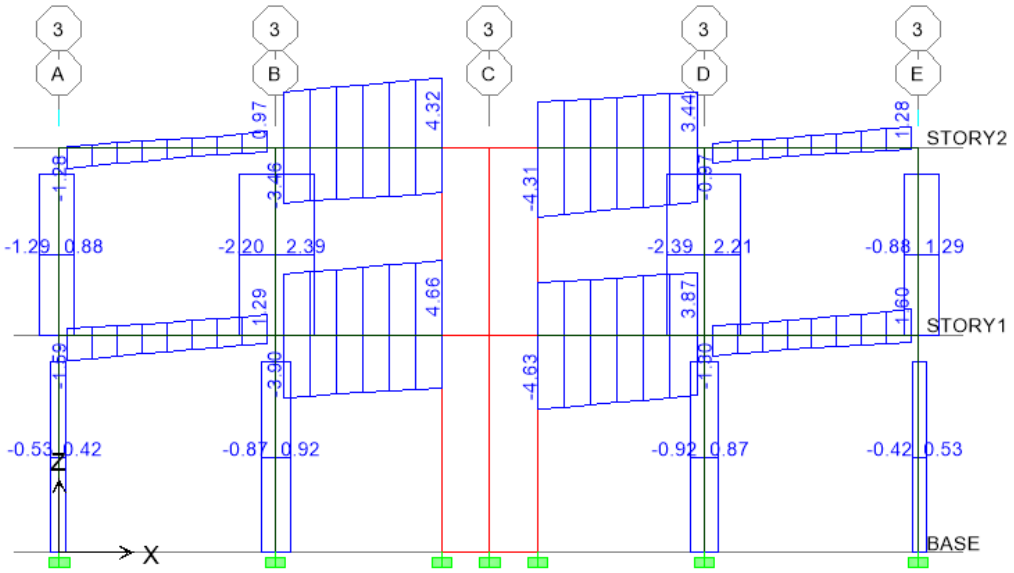


Diagrama de Fuerza Cortante del eje C

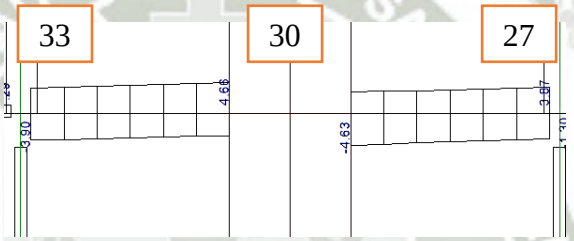


Diagrama de Fuerza Cortante del eje C entre los ejes 33-27

Diseño por flexión

Calculo de Cuantías de Diseño:

f'c	ρ_b	ρ_{max}	ρ_{min}
210	0.0213	0.0160	0.0024

DISEÑO POR FLEXION						
	Entre los ejes 33 y 30			**Entre los ejes 30 y 27**		
	Apoyo +	**Centro -**	**Apoyo +**	**Apoyo +-**	**Centro -**	**Apoyo +**
Mu (tn-m)	4.22	1.39	-8.21	-8.19	1.68	4.21
d´ (cm)	5.585	5.585	5.585	5.585	5.585	5.585
ρ	0.0031	0.0010	0.0062	0.0062	0.0012	0.0031
As (cm2)	2.72	0.87	5.50	5.48	1.06	2.71
As min	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
As max	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06	14.06
Estado	OK	Acero mínimo	OK	OK	Acero mínimo	OK

Tendrá un acero continuo de compuesta por dos barras de 1/2” con un área de 2.534 cm2, adicionándose con bastones el acero requerido en cada 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

Se presenta una tabla con la distribución del acero:

	Entre los ejes 33 y 30			Entre los ejes 30 y 27		
	Apoyo +	**Centro -**	**Apoyo +**	**Apoyo +-**	**Centro -**	**Apoyo +**
As corrido	2Ø1/2	2Ø1/2	2Ø1/2	2Ø1/2	2Ø1/2	2Ø1/2
Diámetro	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
As Cortes	1Ø1/2	-	3Ø1/2	3Ø1/2	-	1Ø1/2
Ubicación	Inferior	-	Superior	Superior	-	Inferior
As colocado(cm2)	3.8	2.534	6.334	6.334	2.534	3.8
Ascolocado/Ascalculado (%)	139.71	291.26	115.15	115.58	239.06	140.22

El porcentaje es alto en la parte central de las vigas puesto que el requerimiento era menor al mínimo.

Para los ejes 33 y 27 se uniformizó el diseño de las secciones de viga ubicadas en las caras opuestas de las columnas interiores debido a los requerimientos de acero aproximadamente iguales, para evitar anclar la armadura en el interior de la unión viga-columna.

Desarrollo del refuerzo longitudinal

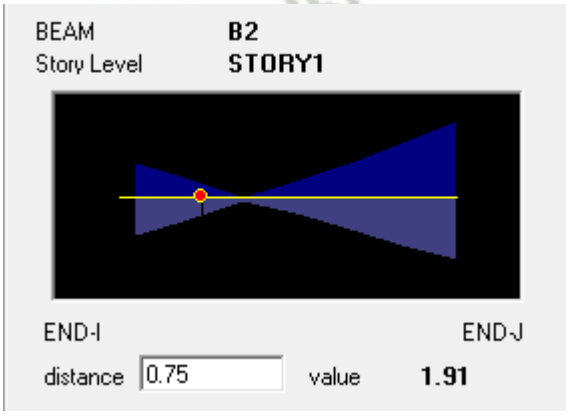
Primero tenemos que determinar los puntos teóricos de corte, para lo cual se necesita la capacidad del acero colocado.

Para los ejes 30 y 27 se realizará el mismo corte. Por lo tanto, tenemos que:

Varillas	**Área de acero (cm2)**	**Capacidad (tn.m)**
1Ø1/2”	1.26	1.95
3Ø1/2”	3.8	5.67

Los puntos teóricos de cortes para el tramo entre los ejes 33-30:

- Para el eje 33 es a 0.75 de la cara de columna.

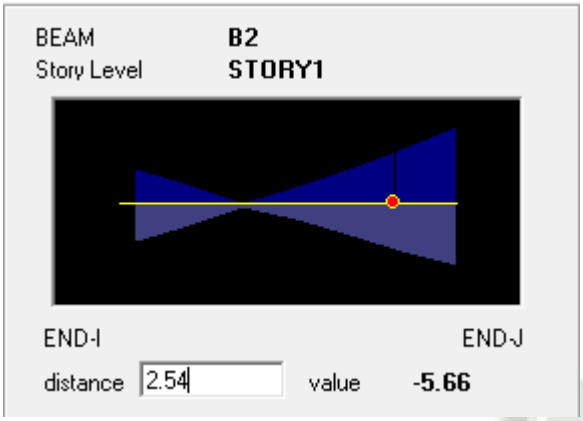


Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Para el eje 30 es a 0.56 de la cara de columna.



De acuerdo a la norma E060, los bastones deben prologarse hasta una distancia d o 12db, la que sea mayor:

- d= 44 cm
- 12db = 15.24 cm (para ½")

Además, deben ser mayores a la longitud de "ld":

- Ld para 1/2 " = 44.88 cm ≈ 50.00 cm

Entonces, el corte final es:

- Para el eje 33 tenemos un bastón de 1Ø1/2" para el cual el corte le corresponde a 0.75 + 0.44 = 1.19 ≈ 1.20 m, dimensión que domina.
- Para el eje 30 tenemos un bastón de 3Ø1/2" para el cual el corte le corresponde a 0.56 + 0.44 = 1.00 m, dimensión que domina.

Para el gancho estándar:

- Para ½" corresponde un ldg = 27.606 cm ≈ 30.00 cm

Diseño por Corte

Diseño por Corte		
	Ejes 33-30	**Ejes 30-27**
ϕ	0.85	0.85
Peralte efectivo (cm)	44	44
Cortante (tn)	4.66	4.63
Ln (m)	3.1	2.96
Resistencia al corte del concreto "Vc" (tn)	6.30	
ϕ Vc (tn)	5.35	
Resultado	ϕ Vc > V	ϕ Vc > V
	Refuerzo transversal mínimo	

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 realizaremos el diseño para condiciones sísmicas, por lo tanto, trabajaremos con el Vu calculado por el Capítulo 21 de la E 060.

Para ambos tramos realizaremos el mismo análisis puesto que tienen un refuerzo similar. Además, podemos notar que esta viga es paralela al armado del aligerado, cuya franja tributaria correspondiente es igual a 4 veces el espesor del aligerado (4 x 0.20 = 0.80 m).

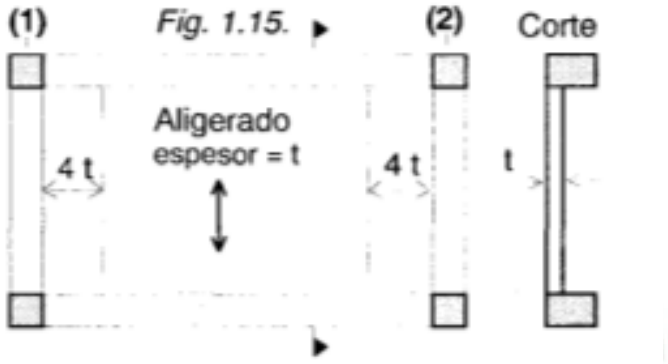


Figura 81 – Área tributaria de vigas paralelas al armado del aligerado (Fuente: "Análisis de edificios" – Ángel San Bartolomé)

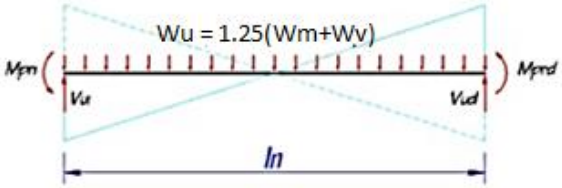
Realizamos el metrado, del cual se obtiene:

Carga Muerta			
Carga directa			
Peso Propio	0.2*0.5*2.4	0.24	tn/m
Parapeto (h=1.00 m)	0.15*1.00*1.00	0.15	tn/m
Carga de losa			
Peso Propio	0.8*0.3	0.24	tn/m
Acabados	(0.8+0.05)*0.1	0.085	tn/m
	CM	**0.72**	**tn/m**

Carga Viva			
Sobrecarga	(0.8+0.05)*0.25	0.21	tn/m
	CV	**0.21**	**tn/m**

Obtenidas las cargas de gravedad actuantes a lo largo de la viga, se calcularán (figura…):

- las cortantes isostáticas considerando todos los tramos
- las cortantes relacionadas a la capacidad de los apoyos



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

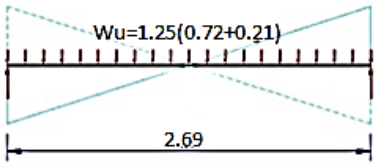
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tenemos que la capacidad a flexión de los apoyos es:

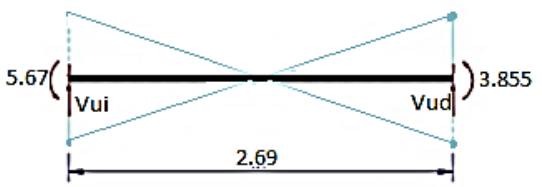
Apoyo	Varillas	Área de acero (cm2)	Capacidad (tn.m)
Izquierdo superior	3Ø1/2”	3.8	5.67
Derecho inferior	2Ø1/2”	2.534	3.855

Para la carga distribuida tenemos que las cortantes isostáticas, están dadas por la siguiente expresión:



$$V_{isost} = \frac{w_u * l_n}{2}$$

Para las cortantes por capacidad de cargas de apoyos, están dadas por la siguiente expresión:



$$V_{porcapac} = \frac{M_{izqsup} + M_{derinf}}{l_n}$$

Por lo tanto, la suma de ambas expresiones nos da un valor de Vu igual a:

$$V_u = \frac{1.163 * 2.69}{2} + \frac{5.67 + 3.855}{2.69} = 1.563 + 3.54 = 5.104\ tn$$

Finalmente, se obtiene un Vu igual a 5.104 tn el cual podemos notar es parecido a las cortantes iniciales.

Para un aporte del concreto ϕ Vc igual a 5.35 tn, resulta que ϕ Vc > Vu, por lo tanto, el refuerzo mínimo sigue siendo el necesario.

Doblado de estribos

- Para el refuerzo longitudinal se usó un doblez de 90° con una extensión de 20 cm para el acero de ½”.

- Para el refuerzo transversal una extensión de 10 cm para todos los estribos de 3/8” 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

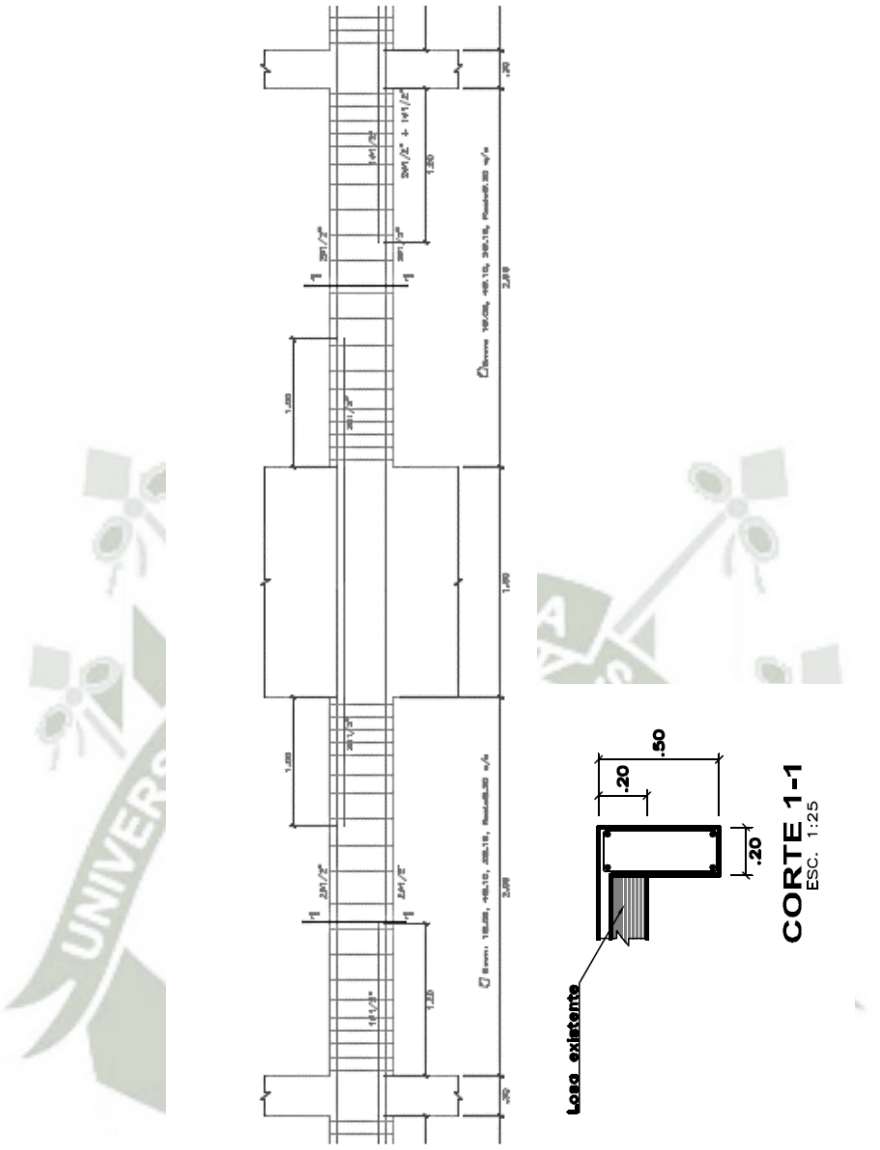


Figura 82 – Armado de viga principal Pabellón 6, acero longitudinal y estribos (Fuente: propia)

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 XI

DISEÑO DE COLUMNAS

11.1. Concepto

Las columnas son los elementos estructurales verticales, ya que soportan cargas provenientes de losas, vigas; en función a su área tributaria, y la transmiten a la cimentación. Junto con las vigas forman pórticos sino-resistentes. El diseño de columnas se hará por flexocompresion uniaxial y biaxial y corte.

11.2. Consideraciones de diseño

Para diseñar las columnas se empleó el Software ETABS (versión 9.7.4) en donde se modelo la estructura, las columnas como absorben las cargas gravedad y de sismo se obtuvieron los momentos y cortantes de la envolvente de las combinaciones de carga siguientes:

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

Las columnas, en su mayoría, reciben momentos en ambas direcciones (X-X e Y-Y). Por ello, es conveniente analizar cada dirección por separado y obtener las combinaciones de carga para cada eje. Se utiliza cada combinación por separado.

11.2.1. Diseño por Flexocompresión Uniaxial:

Diagrama de Interacción:
Para elaborar el diagrama de interacción bastara analizar el equilibrio de la sección transversal de la columna, variación la ubicación del eje neutro.

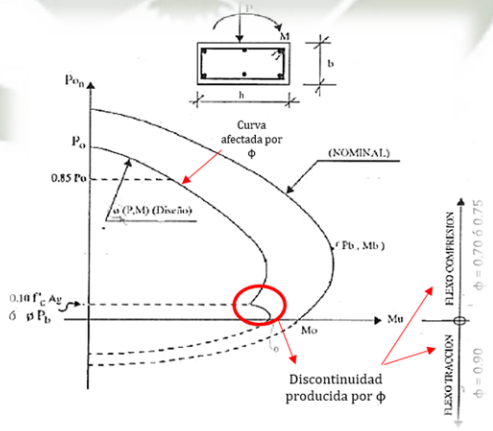


Figura 83 – Diagrama de interacción (Fuente: "Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado" – Antonio Blanco Blasco)

Primer punto de falla "Compresión Pura":

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 se tiene que el momento es nulo, el valor de la carga axial, es máxima y se denomina Po. Esta se obtiene considerando la carga máxima del concreto y del acero longitudinal colocado en el elemento

Con espiral de ϕ=0.75

$$\phi\ Po = 0.85 \cdot \phi \cdot (0.85 \cdot f'c \cdot (Ag - Ast) + Ast \cdot fy)$$

Con estribos de ϕ=0.70

$$\phi\ Po = 0.80 \cdot \phi \cdot (0.85 \cdot f'c \cdot (Ag - Ast) + Ast \cdot fy)$$

Es decir, un 80% de la carga axial máxima Po, para columnas con estribos, donde:

Pn: Resistencia nominal en compresión pura.
ϕ: Factor de reducción de resistencia (ϕ =0.70)
Ag: Área bruta de la sección transversal del elemento.
Ast: Área del refuerzo de acero longitudinal.

11.2.2. Diseño por flexo compresión biaxial:

Cuando no existe momento:

$$Pon = 0.85 \cdot f'c \cdot (Ag - Ast) + fy \cdot Ast$$

a) Pu ≥ 0.1·ϕ·Pon (Predomina el efecto de compresión)

Cuando las columnas están sujetas simultáneamente a momentos flectores en sus dos ejes principales:

$$\frac{1}{Pn} = \frac{1}{Pn_x} + \frac{1}{Pn_y} - \frac{1}{Pon}$$

Donde:
Pn: Resistencia nominal a carga axial en flexión biaxial.
Pnx: Resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en X (ey = 0).
Pny: Resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en Y (ex = 0).
Pon: Resistencia nominal bajo la acción de carga axial únicamente (ex = ey = 0)

b) Pu < 0.1·ϕ·Pon (Predomina el efecto de flexión)

$$\frac{Mu_x}{\phi \cdot Mn_x} + \frac{Mu_y}{\phi \cdot Mn_y} \leq 1;\ \ \phi = 0.90$$

Donde:

ϕMnx y ϕMny son las resistencias de diseño de la sección con respecto a los ejes X e Y 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

11.2.3. Efecto de esbeltez

La norma E-060 nos dice en el acápite 10.11.4 que las columnas y entrepisos en una estructura deben ser diseñados como columnas y entrepisos con desplazamiento lateral (no arriostrados) o sin desplazamiento lateral (arriostrados). El diseño de columnas en estructuras o entrepisos arriostrados debe basarse en 10.12. El diseño de columnas en estructuras o entrepisos no arriostrados debe basarse en 10.13.

11.2.4. Estructuras sin desplazamiento lateral:

La norma E-060 nos dice en el acápite que en estructuras sin desplazamiento lateral se permite ignorar los efectos de esbeltez en elementos a compresión que satisfacen:

$$\frac{k\ell u}{r} \leq 34 - 12\left(\frac{M1}{M2}\right); \quad 34 - 12(\frac{M1}{M2}) \leq 40$$

Donde:

M1: Menor momento de diseño en uno de los extremos de la columna, positivo si elementos 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. La Norma E.060 indica que para estructuras sin desplazamiento lateral se puede asumir k=1, conservadoramente.
ℓu: Longitud sin arriostrar en la columna.
r: Radio de giro de la sección transversal.

En caso no cumplirse con este requerimiento, la Norma E.060 indica que se amplifican los momentos de diseño mediante la siguiente expresión:

$$M1 = \delta_{ns} \cdot M1; \quad M2 = \delta_{ns} \cdot M2$$

Para determinar δns se hará uso de la siguiente expresión:

$$\delta_{ns} = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75 \cdot Pc}} \geq 1$$

$$Pc = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(k \cdot l \cdot u)^2} \geq 1$$

$$EI = \frac{(0.2 \cdot E_c \cdot Ig + ES \cdot Ise)}{1 + \beta \cdot d} \quad \text{ó} \quad \frac{0.2 \cdot E_c \cdot Ig}{1 + \beta \cdot d}$$

Donde:

δns: Factor de amplificación de momento para pórticos arriostrados

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cm: Factor que relaciona la forma del diagrama de momento con el tipo de curvatura. Para elemento con curvatura simple se toma igual a uno. Mientras que, para elementos con doble curvatura (la mayoría de casos) se calcula usando Cm = 0.6 + 0.4 (M1/M2) y Cm ≥ 0.4.

Pu: Fuerza axial última de diseño.
Pc: Carga crítica de pandeo (Euler)
EI: Producto del módulo de elasticidad y la inercia de la sección fisurada.
Ec: Módulo de elasticidad del concreto.
Ig: Inercia de la sección bruta de concreto (en la dirección analizada)
Es: Módulo de elasticidad del acero.
Ise: Inercia del acero de refuerzo (en la dirección analizada)
Bd: 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.

También se indica que si M2/Pu es menor que (1.5 + 0.03h), para el cálculo de Cm, se deberán amplificar los momentos M1 y M2 considerando una excentricidad mínima de (1.5 + 0.03h), o en su defecto tomar Cm = 1. Nótese que h (cm) es el peralte de la columna en la dirección analizada.

11.2.5. Estructuras con desplazamiento lateral

La norma E-060 nos dice en el acápite 10.13.2 que para elementos en compresión no arriostrados contra desplazamientos laterales, pueden despreciarse los efectos de la esbeltez cuando:

$$\frac{k\ell u}{r} \leq 22k \geq 1$$

En caso no se cumpla con este requerimiento, la Norma E.060 en el artículo 10.13.3 indica que se usen las siguientes expresiones:

$$M1 = \delta_{ns} \cdot M1 + \delta_s \cdot M1_s; \quad M2 = \delta_{ns} \cdot M2 + \delta_s \cdot M2_s$$

Donde:

***δns*:** Factor de amplificación de momento de pórticos arriostrados. Se calcula usando las mismas expresiones de la sección 9.4.1
***δs*:** Factor de amplificación de momento de pórticos no arriostrados. El valor que se calcule será el mismo para las columnas pertenecientes a un mismo pórtico.
***M1s y M2s*:** Cargas de sismo amplificadas.

Para el cálculo del factor δs se debe hacer un análisis de segundo orden; sin embargo, la Norma E.060 presenta dos alternativas para calcularlo.

$$\delta_S = \frac{1}{1-Q}; \quad 1 \leq \delta_S \leq 1.5$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Donde Q es el índice de estabilidad del entrepiso y se calcula según lo visto anteriormente en la sección 5.5.4. Si δs es mayor a 1.5, se realiza un análisis de segundo orden o se usa la siguiente expresión:

$$\delta_S = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{0.75 \cdot \sum Pc}}$$

Donde las sumatorias se realizan por entrepiso y Pc se calcula con las mismas expresiones presentadas en la sección anterior. Además, se considera que algunas variables cambian con respecto al caso de estructuras arriostradas ($\beta d \; y \; k$).

Según Blanco (1992) un valor adecuado para βd puede ser cero, ya que para estructuras con desplazamiento lateral la carga sostenida no es la causante de la deformación lateral, sino que es causada por el sismo, que es eventual y de corta duración.

11.2.6. Diseño por Corte

Al igual que las vigas, las columnas satisfacen las siguientes condiciones:

$$\phi \cdot \mathrm{Vn} \geq \mathrm{Vu}$$
$$\mathrm{Vn} = \mathrm{Vc} + \mathrm{Vs}$$

En base al acápite 11.3.1.2 de la norma E.060, para el cálculo de la resistencia nominal del concreto a la fuerza cortante se incrementa debido a la carga axial Nu para el caso de columnas, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\mathrm{V}_C = 0.53 \cdot f'c \cdot \left[1 + \frac{Nu}{140 \cdot Ag}\right] \cdot bw \cdot d$$

Donde:

Nu: Carga ultima axial en kg

Al igual que las vigas, las columnas llevan estribos como refuerzo al cortante, por lo que de manera similar se calcula con las siguientes expresiones:

$$\frac{V_U}{\phi} = V_C + V_S \qquad ; \qquad Vs = \frac{A_V \cdot fy \cdot d}{s}$$

En base al acápite 21.2.4. de la norma E-060 nos indica las siguientes disposiciones para columnas, cuyo sistema resistente a fuerzas laterales, sea:

(a) Muros estructurales (R = 6).
(b) Dual Tipo I (R = 7).

En base al acápite 21.4.5.1. de la norma E-060 indica que la cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6%. Cuando la cuantía exceda

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 4% los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna.

En base al acápite 21.4.5.3. de la norma E-060 indica que el diámetro mínimo para estribos será el siguiente:

- Estribos como mínimo de 8 mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro
- Estribos de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro
- Estribos de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.

Este acápite también indica el espaciamiento de estribos So, el cual no debe exceder al menor entre (a), (b) y (c):

(a) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro;
(b) La mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento;
(c) 100 mm.

La longitud Lo no debe ser menor que el mayor entre (d), (e) y (f):

(d) Una sexta parte de la luz libre del elemento;
(e) La mayor dimensión de la sección transversal del elemento;
(f) 500 mm.

En base al acápite 21.4.5.4. de la norma E-060 indica que fuera de la longitud Lo (Zona Central), el espaciamiento del refuerzo transversal no será mayor que:

- La requerida por fuerza cortante ni de 300 mm.
- La mitad del peralte efectivo
- 16 veces el diámetro de las barras longitudinales
- 48 veces el diámetro del estribo
- La menor dimensión de la sección transversal del elemento

En base al acápite 21.4.5.5. de la norma E-060 indica que el refuerzo transversal del nudo debe estar de acuerdo con las siguientes ecuaciones. El espaciamiento no debe exceder de 150 mm.

$$Av\,\min = 0.2\sqrt{f'c}\,\frac{bw \cdot s}{fy \cdot t}$$

Pero no debe ser menor que:

$$3.5\,\frac{bw \cdot s}{fy \cdot t}$$

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

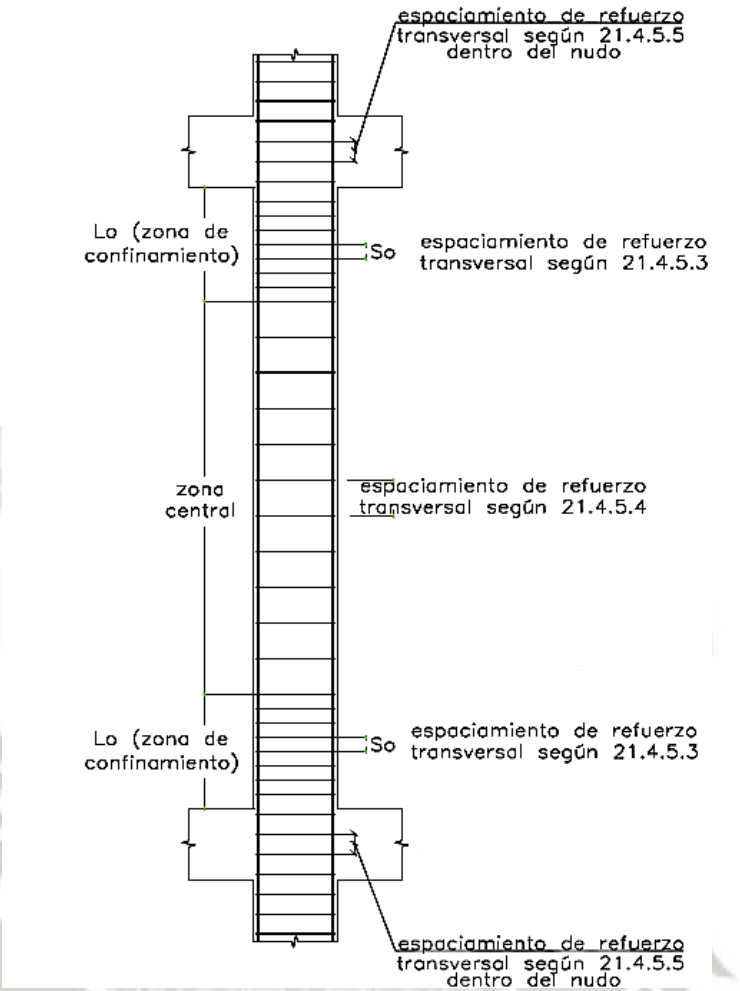


Figura 84 – Requerimientos de estribos en columnas (Fuente: RNE E 060)

En base al acápite 21.2.5. de la norma E-060 nos indica las siguientes disposiciones para columnas, cuyo sistema resistente a fuerzas laterales, sea:

(a) Pórticos (R = 8)
(b) Dual Tipo II (R = 7).

En base al acápite 21.6.4.2 de la norma E-060 nos indica que la separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de (a), (b) y (c).

(a) La tercera parte de la dimensión mínima del elemento,
(b) Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal,
(c) 100 mm.

En base al acápite 21.6.4.3 de la norma E-060 nos indica que la distancia, centro a centro, transversal al eje del elemento, entre las ramas de estribos cerrados de confinamiento múltiples o entre las grapas suplementarias, hx, no deben exceder 350 mm medidos centro a 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

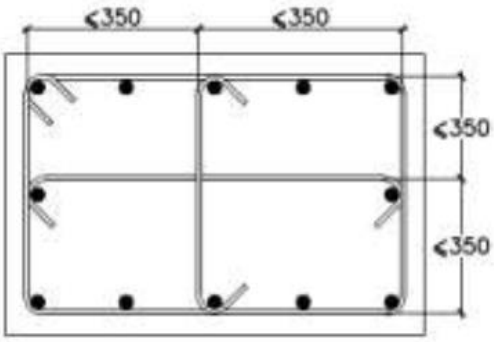


Figura 85 – Distribución acero en columnas (Fuente: RNE E 060)

En base al acápite 21.6.4.4 de la norma E-060 nos indica que el refuerzo transversal, debe suministrarse en una longitud Lo medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud Lo no debe ser menor que la mayor de (a), (b) y (c).

(a) La mayor dimensión de la sección del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión,
(b) Un sexto de la luz libre del elemento, y
(c) 500 mm.

En base al acápite 21.6.4.5 de la norma E-060 nos indica que cuando no se proporcione refuerzo transversal de acuerdo a 21.6.4.1 a 1.6.4.3, a lo largo de toda la longitud de la columna, el resto de la longitud de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento con un espaciamiento, medido de centro a centro, que no exceda al menor de diez veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna y 250 mm.

En base al acápite 21.6.4.1 de la norma E-060 nos indica que debe proporcionarse refuerzo transversal en las cantidades que se especifican en (a) hasta (e), a menos que en 21.6.3.2 o 21.6.5 se exija mayor cantidad

En base al acápite 21.6.5 de la norma E-060 nos indica que la fuerza de cortante de diseño, Vu, se debe determinar considerando las máximas fuerzas que se puedan generar en las caras de los nudos en cada extremo del elemento. Estas fuerzas se deben determinar usando las resistencias máximas probables en flexión (Mpr = 1,25 Mn) en cada extremo del elemento, correspondientes al rango de cargas axiales amplificadas, Pu, que actúan en él. No es necesario que las fuerzas cortantes en el elemento sean mayores que aquellas determinadas a partir de la resistencia de los nudos, basada en el Mpr de los elementos transversales que confluyen en el nudo. En ningún caso Vu debe ser menor que el cortante amplificado determinado a partir del análisis 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

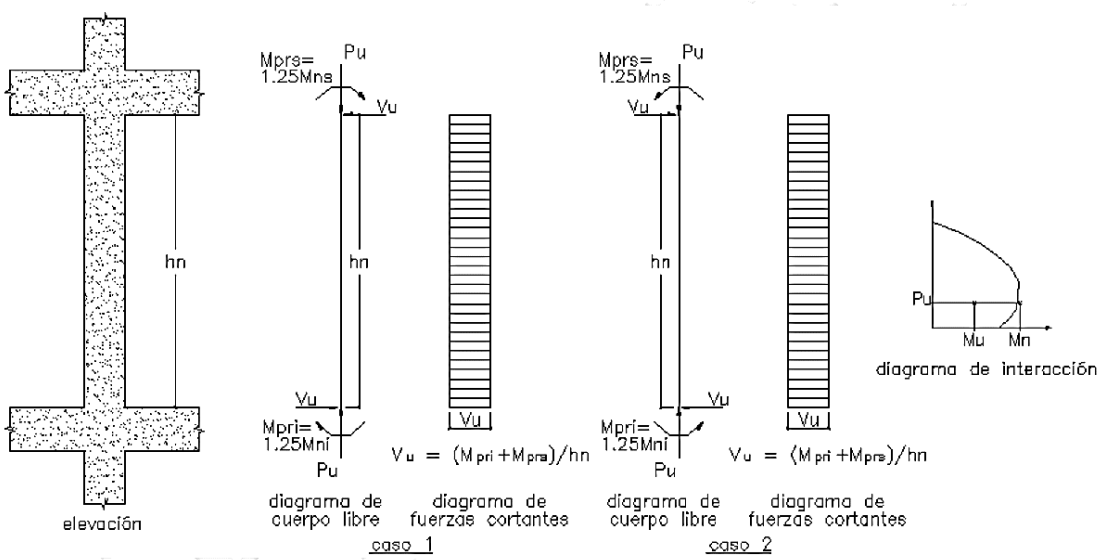


Figura 86 – Diseño por corte en columnas (Fuente: RNE E 060)

Empalmes por traslape:

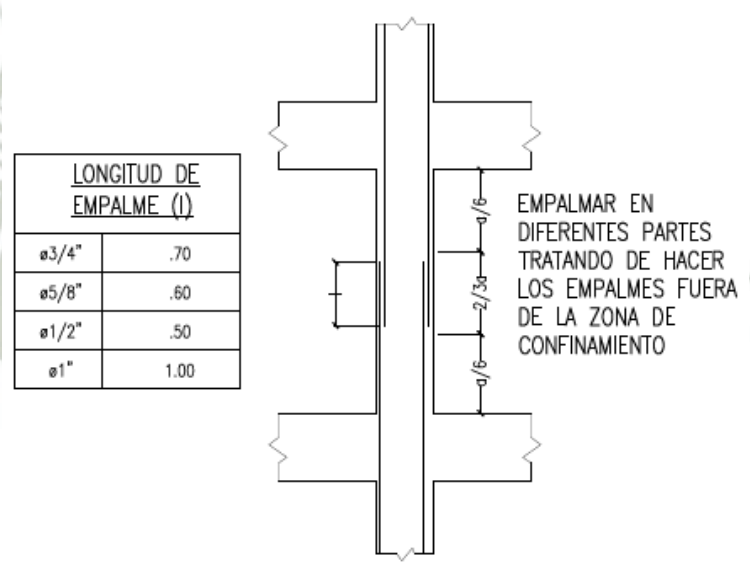


Figura 87 – Detalle de empalme en columnas

11.3. Ejemplo de diseño.

Se toma como ejemplo la columna ubicada en el Pabellón 6 entre el eje C y el eje 33, ubicada en el primer nivel.

I. Datos de Diseño:

Resistencia del Concreto	f'_c =	210	kgf/cm2
Módulo de Fluencia	f_y =	4200	kgf/cm2

II. Dimensiones de la Columna:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Base de la columna	**b =**	0.30	m
Alto de la columna	**h =**	0.45	m
Altura libre de la Columna	**H =**	3.45	m
Recubrimiento libre	**r =**	0.06	m
Peralte efectivo	**d =**	0.39	m
Área de la sección transversal	**Ag =**	0.135	m2

III. Cargas:

Carga Axial:

Nu = 34084.69 kg

Combinaciones de Carga:

	Pu (ton)	**M_{X-X} (ton.m)**	**M_{Y-Y} (ton.m)**	**V_{X-X} (ton)**	**V_{Y-Y} (ton)**
Combinación 1: 1.4*CM + 1.7*CV	-32.05	0.047	2.495	2.25	0.04
Combinación 2: 1.25*CM + 1.25*CV + CSX	-34.08	-2.121	1.982	1.84	-1.2
Combinación 3: 1.25*CM + 1.25*CV - CSX	-34.08	-2.121	1.982	1.84	-1.2
Combinación 4: 0.9*CM + CSX	-22.96	-2.136	0.992	0.95	-1.22
Combinación 5: 0.9*CM - CSX	-22.96	-2.136	0.992	0.95	0
Combinación 6: 1.25*CM + 1.25*CV + CSY	-28.25	0.009	1.319	1.53	0.02
Combinación 7: 1.25*CM + 1.25*CV - CSY	-28.25	0.009	1.319	1.53	0
Combinación 8: 0.9*CM + CSY	-17.12	-0.006	0.329	0.64	0
Combinación 9: 0.9*CM - CSY	-17.12	-0.006	0.329	0.64	0

IV. Efectos de Esbeltez:

a. ¿Estructura Arriostrada?

							Dirección X		**Dirección Y**	
NIVEL	**Pi (Tn)**	**Desplazamiento de Entrepiso**		**Cortante**		**hei (cm)**	**Qx**	**Obs.**	**Qy**	**Obs.**
		Δix (m)	**Δiy (m)**	**Vxi (Tn)**	**Vyi (Tn)**					
TECHO 1	182.91	0.0017	0.0004	57.36	73.45	3.45	0.01870	Ok	0.00005	Ok

$$Q = \frac{(\sum Pu) \cdot \Delta o}{Vus \cdot he} \leq 0.06$$

Se puede verificar que la columna a diseñar esta arriostrada ya que los índices de Q son menores a 0.06 en ambas direcciones.

b. Verificación del efecto local

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

Radio de giro: r: 0.3t 13.5 m
Esbeltez de columna: k lu/r: 25.556 ≤ 40

Dirección Y-Y
Radio de giro: r: 0.3t 9 m
Esbeltez de columna: k lu/r: 38.333 ≤ 40

Como en ambas direcciones k lu/r < 40, no se toma en cuenta los efectos de esbeltez en esta columna.

V. Diseño por Flexocompresión Uniaxial:

Se asumirá una cuantía para el diseño, por lo que para una sección de 30x 45, considerando una cuantía mínima de 1 % se obtiene 13.50 cm2. Por lo que para el diagrama de interacción nuestra columna tendrá 8 ϕ 5/8", lo que corresponde a un área de 15.92 cm2.

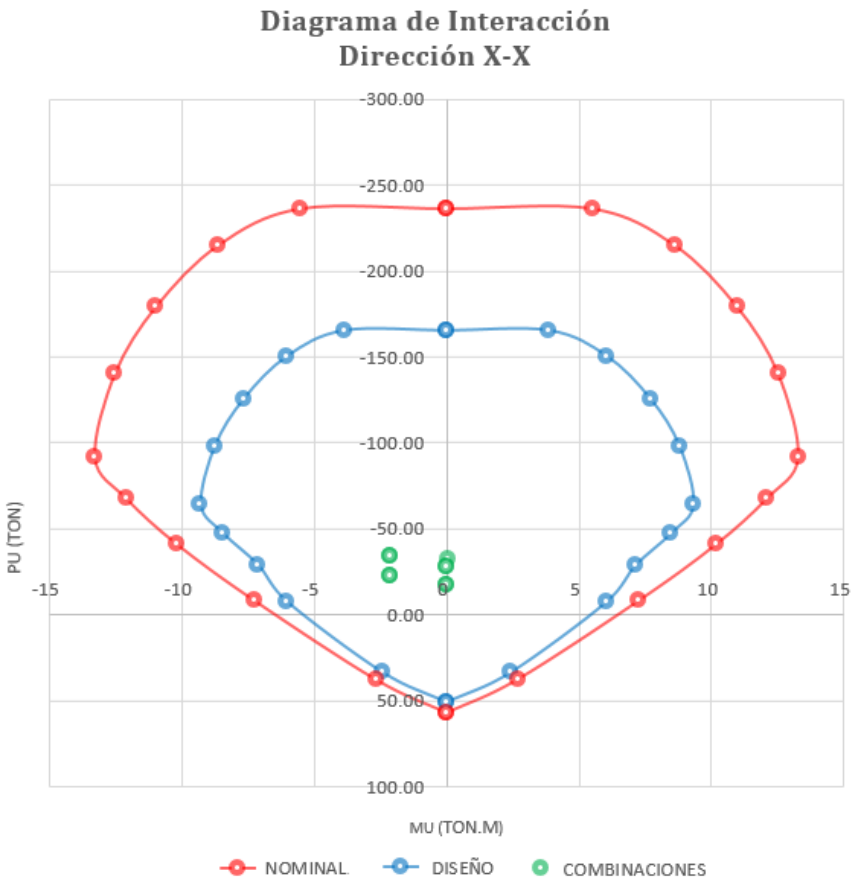


Figura 88 – Diagrama de interacción de columnas perimetral en la dirección X-X Pabellón 6 (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

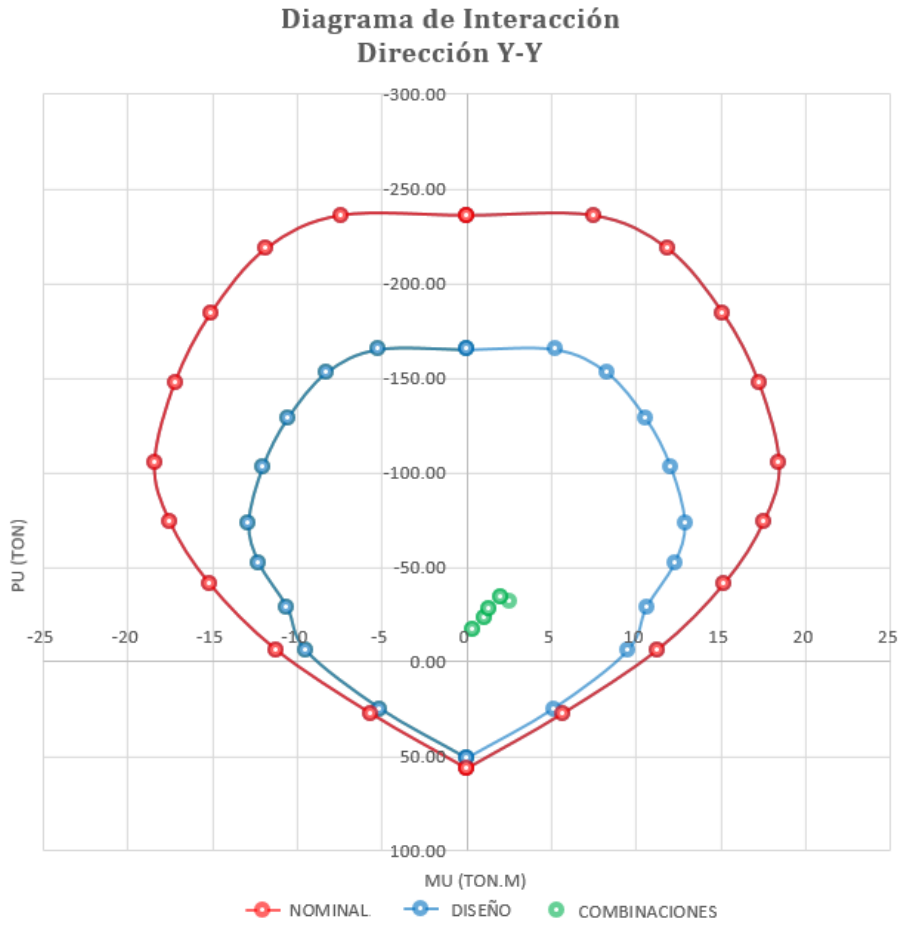


Figura 89 - Diagrama de interacción de columnas perimetral en la dirección Y-Y Pabellón 6 (Fuente: propia)

VI. Diseño por Flexo compresión Biaxial

	Pu (ton)	MX-X (ton.m)	MY-Y (ton.m)
Combinación 2: 1.25*CM + 1.25*CV + CSX	34.08	2.121	1.982

	Pn (ton)	Mnx (ton.m)	Mny (ton.m)
Estribos φ=0.70	48.686	3.030	2.831

Rnx = 0.023750735 ϒ= 0.73333333

Rny = 0.022194227

kx= 0.95 ábaco

ky= 0.95 ábaco

Pon = 304.997 ton

0.1·ϕ·Pon = 274.498 ton

Como Pu > 0.1·ϕ·Pon, predomina el efecto de compresión.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pnx = 596.3636927 kips 270.7491165 ton
Pny = 596.3636927 kips 270.7491165 ton

$$\frac{1}{Pn} = \frac{1}{Pn_x} + \frac{1}{Pn_y} - \frac{1}{Pon}$$

$$\frac{1}{Pn} = \frac{1}{270.749} + \frac{1}{270.749} - \frac{1}{304.997}$$

$$Pn = 243.416\ ton$$

Como Pn = 243.416 ton > Pn = 48.686 ton; por lo tanto, cumple la normativa y el diseño final será con 8 ϕ 5/8”

VII. Diseño por Corte

La fuerza cortante última se obtiene a partir de las resistencias nominales a flexión, para lo cual se tiene que utilizar el diagrama de interacción realizado.

Pu (ton)	Mnx (ton.m)	Mny (ton.m)
-32.05	10	15
-34.08	10	15
-34.08	10	15
-22.96	9	13
-22.96	9	13
-28.25	9	13
-28.25	9	13
-17.12	8	13
-17.12	8	13

De los valores obtenidos se tiene 12 ton.m es el valor de momento nominal máximo de las combinaciones que incluyen sismo, por lo tanto, el cortante último de diseño es:

$$\mathrm{Vu} = \frac{15 + 15}{3.45} = 8.696\ ton$$

$$\mathrm{V}_C = 0.53 \cdot f'c \cdot \left[1 + \frac{Nu}{140 \cdot Ag}\right] \cdot bw \cdot d$$

$$\mathrm{V}_C = 0.53 \cdot 210 \cdot \left[1 + \frac{34084.69}{140 \cdot 1350}\right] \cdot 30 \cdot 39 = 10606.677\ kg$$

ϕ Vc = 9015.675 kg

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ϕ Vc = 9.016 ton

Como ϕ Vc > Vu, no necesita estribos teóricamente; pero se deberá satisfacer el acápite 21.2.4. de la norma E-060, donde se diseñará la columna ya que corresponde a "muros estructurales", en base a lo siguiente:

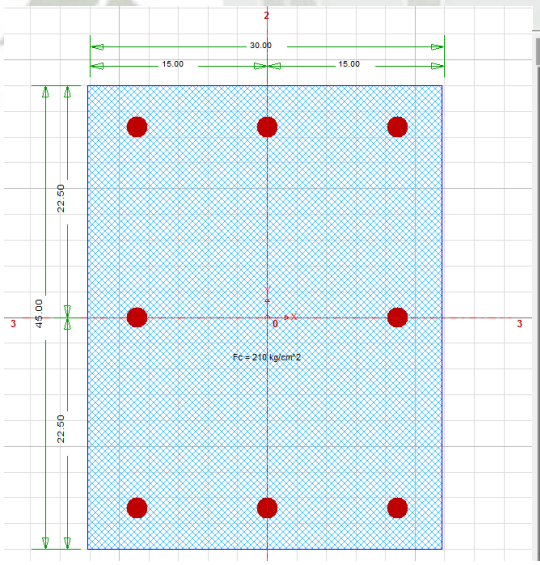
Longitud de Confinamiento (Lo)				
Ln/6	**t**	**50 cm**	**Calculo**	**Usar**
0.575	0.45	0.5	0.575	0.6 m

Separación entre estribos en zona de confinamiento (So)				
8db	**b/2**	**10 cm**	**Calculo**	**Usar**
0.1272	0.15	0.1	0.1	0.1

Separación entre estribos fuera zona de confinamiento (S)					
d/2	**16db**	**48de**	**b**	**Calculo**	**Usar**
0.195	0.2544	0.152	0.3	0.3	0.3

Espaciamiento en el nudo				
Smax 1	**Smax 2**	**15 cm**	**Calculo**	**Usar**
0.686	0.568	0.15	0.15	0.15

VIII. Verificación por CSI Column:



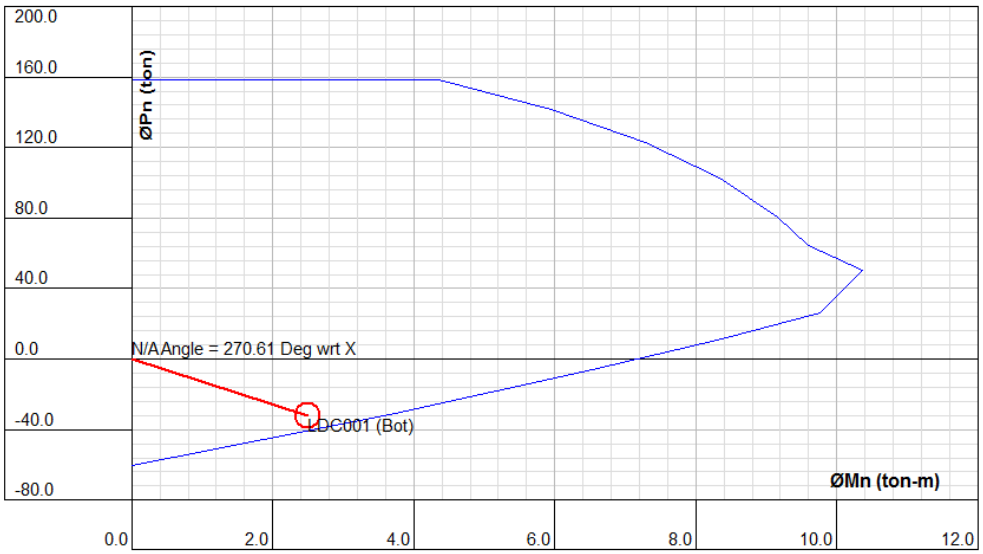
Gross Geometric Properties

Property	Value	Unit
Total Width =	30.00	cm
Total Height =	45.00	cm
Center, Xo =	15.00	cm
Center, Yo =	22.50	cm
Area, A =	1,350.0	cm^2
Inertia, I33 =	2.28E+05	cm^4
Inertia, I22 =	1.01E+05	cm^4
Mod. S3 (Top) =	1.01E+04	cm^3
Mod. S3 (Bot) =	1.01E+04	cm^3
Mod. S2 (Left) =	6.75E+03	cm^3
Mod. S2 (Right) =	6.75E+03	cm^3
Gyration, r3 =	12.99	cm
Gyration, r2 =	8.66	cm
Reabrs =	8-#5	
Rebar Area =	15.92	cm^2
Rebar Ratio =	1.179	%

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Sr. No	Load Comb	Load-Pu (ton)	Mux (ton-m)	Muy (ton-m)	Muxy (ton-m)	Mx-My Angle (Deg)	Load Vector	Capacity Vector	Capacity Ratio	N/A Angle (deg)	N/A Depth (cm)	Capacity Method	Remarks
1	1	-32.050	0.05	2.50	2.50	88.9	N/A	N/A	0.86	270.6	2.97	4	OK
2	2	-34.080	-2.12	1.98	2.90	136.9	N/A	N/A	0.81	256.2	6.38	4	OK
3	3	-34.080	-2.12	1.98	2.90	136.9	N/A	N/A	0.81	256.2	6.38	4	OK
4	4	-22.960	-2.14	0.99	2.36	155.1	N/A	N/A	0.56	221.0	10.92	4	OK
5	5	-22.960	-2.14	0.99	2.36	155.1	N/A	N/A	0.56	221.0	10.92	4	OK
6	6	-28.250	0.01	1.32	1.32	89.6	N/A	N/A	0.64	270.3	3.07	4	OK
7	7	-28.250	0.01	1.32	1.32	89.6	N/A	N/A	0.64	270.3	3.07	4	OK
8	8	-17.120	-0.01	0.33	0.33	91.0	N/A	N/A	0.33	269.7	3.78	4	OK
9	9	-17.120	-0.01	0.33	0.33	91.0	N/A	N/A	0.33	269.7	3.78	4	OK

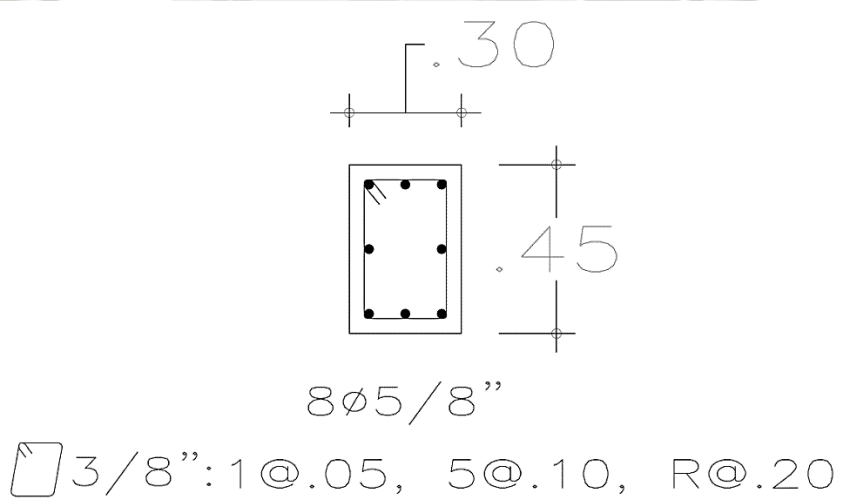


Figura 063. Armado de acero de columna perimetral del Pabellón 06, acero longitudinal y estribos (Fuente: Propia)

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 XII

DISEÑO DE PLACAS

12.1. Concepto.

Las placas o muros de corte son elementos estructurales, generalmente verticales, diseñadas para resistir combinaciones de cortante, momento y fuerza axial inducidas por los movimientos sísmicos.

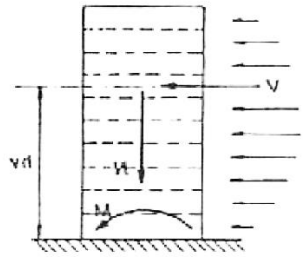
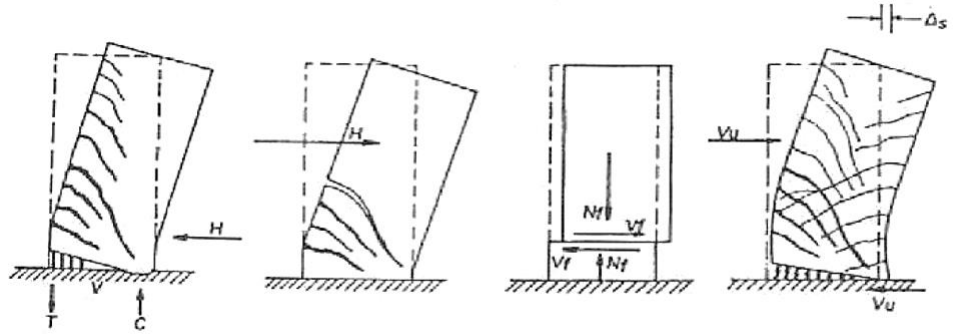


Figura 90 – Cargas actuantes sobre muros de corte

12.2. Esbeltez del muro:

- **Para muros esbeltos (H/L ≥ 1)**

Su comportamiento es similar al de las columnas, por eso se diseña por flexo compresión. Los momentos importantes se producen en la base del muro lo que hace necesario considerar la formación de una rotula plástica en la base, la cual puede exceder la longitud del muro, provocando fisuras por tracción y flexión, combinándose con fisuras de tracción diagonal, que requerirán de un refuerzo horizontal por cortante muy importante. El refuerzo vertical se distribuirá a lo largo del muro, debiéndose concentrar mayor refuerzo en los extremos, ya que servirá como confinamiento y arriostre. En este tipo de muro también puede ocurrir falla por deslizamiento y dependerá de la superficie de contacto.



Falla por flexion Falla por tracción Falla por deslizamiento

Figura 91 – Falla por flexión, tracción diagonal y deslizamiento (Fuente: Blanco Blasco)

- **Para muros poco esbeltos (H/L < 1)**

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Usualmente estos muros tienen carga axial no significativa y la distribución de esfuerzos no cumple con los lineamientos establecidos para flexión y/o flexo compresión por lo que para la determinación del área de refuerzo deberá emplearse algún método racional de cálculo.

El comportamiento de estos muros es similar al de una viga de gran peralte, por lo que no será necesario el diseño por flexo compresión.

En este tipo de muro también puede ocurrir falla por deslizamiento dada la mínima carga axial existente y la falla por cortante o tracción diagonal.

12.3. Acero preliminar

Debido a que las placas son elementos sometidos a bajos esfuerzos de compresión para realizar el primer análisis supondremos que la placa trabaja solo por flexión; según Blanco Blasco, para tantear un área de acero preliminar, se utilizará la siguiente expresión:

$$Mu = \phi \cdot As \cdot fy \cdot d$$

Donde:

Mu: Momento máximo de diseño
d: Distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de las fuerzas en tracción del refuerzo. (0.9xlm)
As: Área de refuerzo requerido.
fy: Esfuerzo de fluencia del acero.
ϕ: Factor de reducción de resistencia. (ϕ=0.90)

12.4. Diseño por flexo compresión

Se realizará un diagrama de interacción en donde se analizará la relación entre carga axial y momento flector

- **Para el refuerzo en elementos de borde en placas:**

Los elementos de borde en las zonas de compresión deben ser confinados cuando la profundidad del eje neutro exceda de:

$$c \geq \frac{\ell m}{600(\frac{\delta u}{hm})}$$

ℓm es la longitud del muro en el plano horizontal y hm la altura total del mismo. δu es el desplazamiento lateral inelástico producido por el sismo de diseñó en el nivel más alto del muro correspondiente a hm.

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 de c corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial amplificada y la resistencia nominal a momento consistente con el desplazamiento de diseño δu. El cociente δu/hm en la ecuación no debe tomarse menor que 0,005.

$$c = \left(\frac{q + \propto}{2 \cdot q + 0.85 \cdot \beta_1}\right)$$

$$q = \frac{\rho_v \cdot fy}{f'c} \quad ; \quad \propto = \frac{Pu}{\ell m \cdot t \cdot f'c}$$

Para muros con alas, el cálculo de la profundidad del eje neutro debe incluir en ancho de ala efectiva definida anteriormente. Deberá utilizarse el mayor valor de c que se obtenga de considerar compresión en cada extremo del muro.

Donde se requieran elementos confinados de borde, el refuerzo del mismo debe extenderse verticalmente desde la sección crítica a una distancia no menor que el mayor valor entre lm y (Mu/4Vu).

El elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el mayor valor entre (c-0.1lm) y c/2.

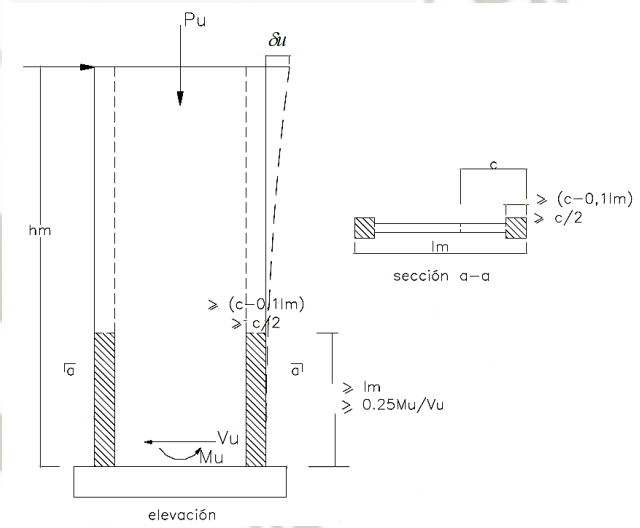


Figura 92 – Elementos confinados de borde de muros (Fuente: RNE E 060)

En donde se requieran elementos de borde confinados, se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el mayor valor 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.

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 estribos serán como mínimo de 8 mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8” de diámetro, de 3/8” para barras longitudinales de hasta 1‖ de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.

- El espaciamiento no debe exceder al menor entre los siguientes valores:
  - Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro, la menor dimensión de la sección transversal del elemento de borde y 250 mm.

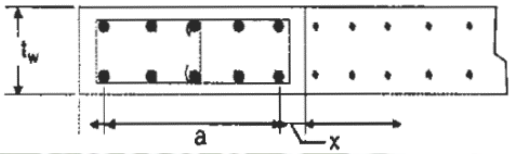


Figura 067. Aceros longitudinales en elementos de borde (Fuente: Diseño en Concreto Armado – Ing. Roberto Morales Morales)

- **Para el refuerzo en elementos intermedios en placas:**

  ¿Doble malla?:

  En base al acápite 21.9.4.3 de la norma E-060, nos indica que en un muro deben emplearse cuando menos dos capas de refuerzo cuando:

  a. El espesor del muro sea mayor o igual de 200 mm.
  b. O cuando la fuerza cortante Vu exceda:

$$Vu > 0.53 \cdot Acv \cdot \sqrt{f'c}$$

  Refuerzo Horizontal:

  En base al acápite 11.10.7 de la norma E-060, nos indica que donde Vu sea menor que:

$$Vu < 0.27 \cdot Acv \cdot \sqrt{f'c}$$

  El refuerzo distribuido debe proporcionarse según lo siguiente

$$Vs = Acw \cdot \rho h \cdot fy$$

  o de acuerdo con los siguientes 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

La cuantía de refuerzo horizontal para cortante no debe ser menor que 0,0025 y el espaciamiento del refuerzo en cada dirección en muros estructurales no debe exceder de tres veces el espesor del muro ni de 400 mm

12.5. Refuerzo Vertical:

Para la cuantía de refuerzo vertical, se utilizará la siguiente ecuación:

$$ry = ((0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{H}{L}\right)(rh - 0.0025)) \geq 0.0025$$

No siendo necesario que sea mayor que el refuerzo horizontal, el espaciamiento de este refuerzo no deberá exceder de L/3, 3t o 40 cm.

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 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.

12.6. Diseño por corte:

El diseño de placas estará orientado a tener una falla dúctil y no frágil, es por esa razón que se amplifica la fuerza cortante de la placa de manera que la falla sea por flexión y no por corte. Para el diseño por corte se deberá cumplir lo siguiente:

$$\phi \cdot \mathrm{Vn} \geq \mathrm{Vu}$$

$$\mathrm{Vn} = \mathrm{Vc} + \mathrm{Vs}$$

$$\mathrm{V}_C = 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot t \cdot d}$$

$$\mathrm{V}_U < 2.6 \cdot \sqrt{f'c \cdot t \cdot d}$$

Resistencia al cortante en el plano del muro

Para el refuerzo por cortante, el acápite 21.9.5.2 de la norma E-060, nos dice que los muros deben tener refuerzo por cortante distribuido que proporcione resistencia en dos direcciones ortogonales en el plano del muro. Si hm/ ℓm no excede de 2,0 la cuantía de refuerzo vertical no debe ser menor que la cuantía de refuerzo horizontal.

En base al acápite 21.9.5.3 de la norma E-060, nos indica que en todas las zonas de los muros o segmentos de muro donde se espere fluencia por flexión del refuerzo vertical como consecuencia de la respuesta sísmica inelástica de la estructura, el cortante de diseño Vu deberá ajustarse a la capacidad en flexión instalada del muro o segmento de muro mediante:

$$Vu \geq Vua(\frac{Mn}{Mua})$$

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 Vua y Mua son el cortante y el momento amplificados provenientes del análisis y Mn es el momento nominal resistente del muro, calculado con los aceros realmente colocados, asociado a la carga Pu. El cociente Mn/Mua no debe tomarse mayor que el coeficiente de reducción (R) utilizado en la determinación de las fuerzas laterales de sismo, ya que estaríamos diseñando para un Vu elástico.

Esta disposición podrá limitarse a una altura del muro medida desde la base equivalente a la longitud del muro lm, Mu/4Vu, o la altura de los dos primeros pisos, la que sea mayor.

Contribución del concreto (Vc)

Para determinar la contribución del concreto se utilizará la siguiente expresión:

$$V_C = 0.53 \cdot \sqrt{f'c \cdot t \cdot d}$$

En base al acápite 11.10.5 de la norma E-060, nos indica que la contribución del concreto, Vc, no debe exceder de:

$$\text{Vc max} = \text{Acw}(\propto \text{c} \cdot \sqrt{f'c})$$

Donde el coeficiente αc es 0,80 para (hm/lm) ≤ 1,5; 0,53 para (hm/lm) ≥ 2,0 y varia linealmente entre 0,80 y 0,53 para (hm/lm) entre 1,5 y 2,0.

Contribución del acero (Vs)

Para determinar la contribución del acero se utilizará la siguiente expresión:

$$Vs = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{s}$$

En base al acápite 11.5.7.9 de la norma E-060, nos indica que, en ningún caso se debe considerar Vs mayor que:

$$\text{Vs max} = 2.10 \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

El área de este refuerzo se calcula con la siguiente expresión:

$$Vs = \frac{Av \cdot fy \cdot d}{s}$$

En base al acápite 11.10.4 de la norma E-060, nos indica que la resistencia Vn, en cualquier sección horizontal para cortante en el plano del muro no debe tomarse mayor que:

$$Vn \leq 2.6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot Acw$$

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 Acw representa el área de corte de la sección transversal del muro (área del alma) o del segmento del muro considerado.

12.7. Ejemplo de diseño

Se toma como ejemplo la placa ubicada en el Pabellón 6 entre el eje C y el eje 30, ubicada en el primer nivel.

Datos de Diseño:

Resistencia del Concreto	**f 'c =**	210	kgf/cm2
Módulo de Fluencia	**fy =**	4200	kgf/cm2

Dimensiones de la Placa:

Espesor de la Placa	**t =**	0.20	m
Longitud de la Placa	**L =**	1.80	m
Altura total de la Placa	**Hm =**	6.95	m
Recubrimiento libre	**r =**	0.025	m
Peralte efectivo (0.8·L)	**d =**	1.44	m
Área de la sección transversal	**Ag =**	0.36	m2

Cargas:

Combinaciones de Carga:

	Pu (ton)	**MX-X (ton.m)**	**MY-Y (ton.m)**	**VX-X (ton)**	**VY-Y (ton)**
Combinación 1: 1.4*CM + 1.7*CV	-27.59	0.005	0.089	0.11	0
Combinación 2: 1.25*CM + 1.25*CV + CSX	-24.18	-112.974	0.076	0.09	-29.57
Combinación 3: 1.25*CM + 1.25*CV - CSX	-24.18	-112.974	0.076	0.09	-29.57
Combinación 4: 0.9*CM + CSX	-15.85	-112.976	0.044	0.05	-29.58
Combinación 5: 0.9*CM - CSX	-15.85	-112.976	0.044	0.05	-29.58
Combinación 6: 1.25*CM + 1.25*CV + CSY	-39.54	-2.149	-0.336	-0.1	-0.85
Combinación 7: 1.25*CM + 1.25*CV - CSY	-39.54	-2.149	-0.336	-0.1	-0.85
Combinación 8: 0.9*CM + CSY	-31.21	-2.151	-0.369	-0.14	-0.85
Combinación 9: 0.9*CM - CSY	-31.21	-2.151	-0.369	-0.14	-0.85

Esbeltez del Muro:

Hm = 6.95 m Altura total de la placa
L = 1.8 m Longitud de la placa

Hm /L = 3.861 > 1 (Muro esbelto)

Como Hm /L > 1, se trata de un muro esbelto por lo que se hará el diseño a flexo compresión teniendo en cuenta el diagrama de interacción.

Pre dimensionamiento:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

tb = 30 cm (Elemento de borde)
tcw = 120 cm (Elemento intermedio)

Diseño por Flexo compresión:

a. Acero en los núcleos:

M max = 108.317 ton.m
As = 22.742 cm2

6 Ø 3/4"

b. ¿Doble malla?:

En el acápite 21.9.4.3, se deberá cumplir al menos una de las dos condiciones siguientes:

- Vs < Vu
- t ≥ 20 cm

Cumple ambas condiciones.

c. ¿Columna de confinamiento?:

$$q = \frac{\rho_v \cdot fy}{f'c} = \frac{0.0025 \cdot 4200}{210} = 0.05$$

$$\propto = \frac{Pu}{\ell m \cdot t \cdot f'c} = \frac{39.94}{180 \cdot 20 \cdot 0.21} = 0.053$$

$$c = \left(\frac{q + \propto}{2 \cdot q + 0.85 \cdot \beta_1}\right) = \left(\frac{0.05 + 0.053}{2 \cdot 0.05 + 0.85^2}\right) = 22.504\ cm$$

$$c \geq \frac{\ell m}{600\left(\frac{\delta u}{hm}\right)} \quad ; \quad c \geq 60\ cm$$

Como c = 22.5 < 60, la norma indica que no sería necesario el uso de columnas de confinamiento; sin embargo, como buena práctica haremos uso de elementos de borde.

$$c - 0.1 \cdot \ell m = 4.504 \quad ; \quad c/2 = 11.252$$

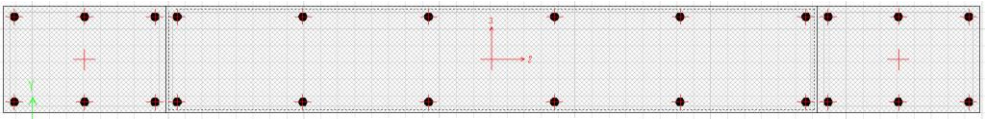
En base al acápite 21.9.7.4 de la norma E0.60, las longitudes de los núcleos no deben ser menor de 4.504 cm y 11.252 cm; sin embargo, la longitud es de 30 cm, por lo que se cumple con estas condiciones.

Diagrama de Interacción:

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 Ø 5/8” 2 Ø 5/8" @ 25 cm 6 Ø 5/8”

Figura 93 – Armado de acero de placa Pabellón 06 (Fuente: propia)

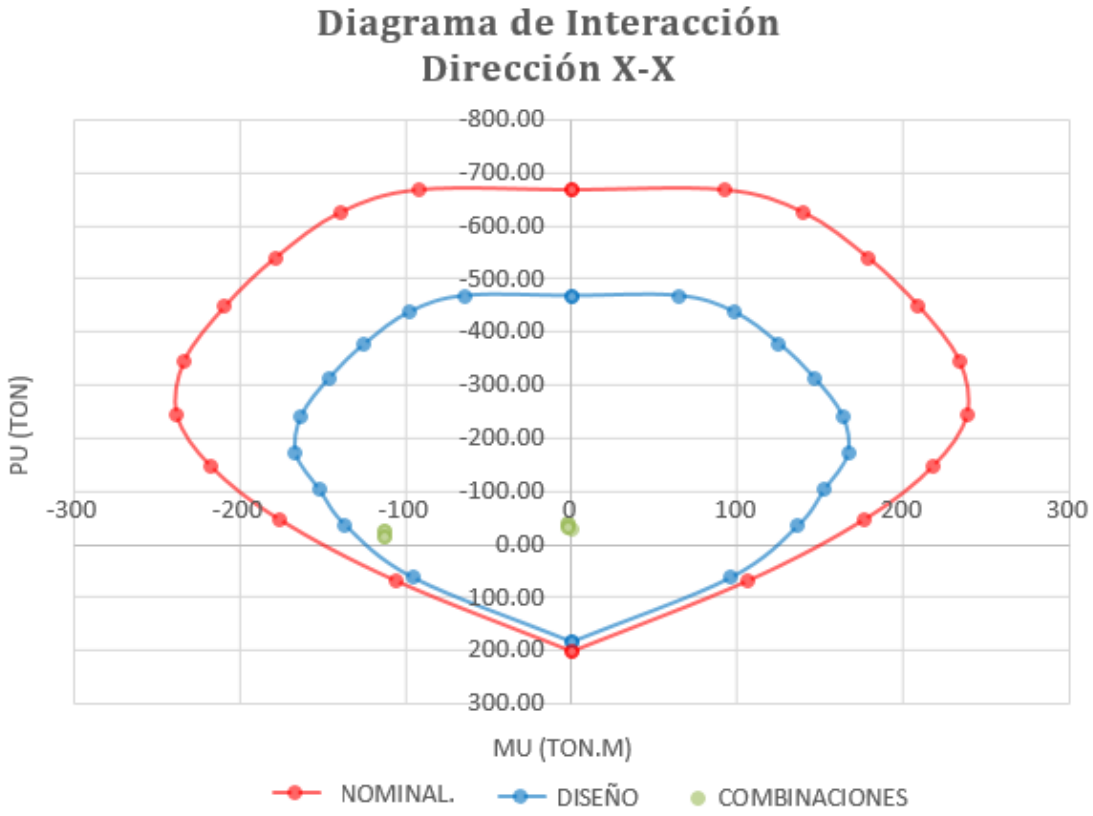


Figura 94 – Diagrama de interacción de placa en la dirección X-X Pabellón 6 (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

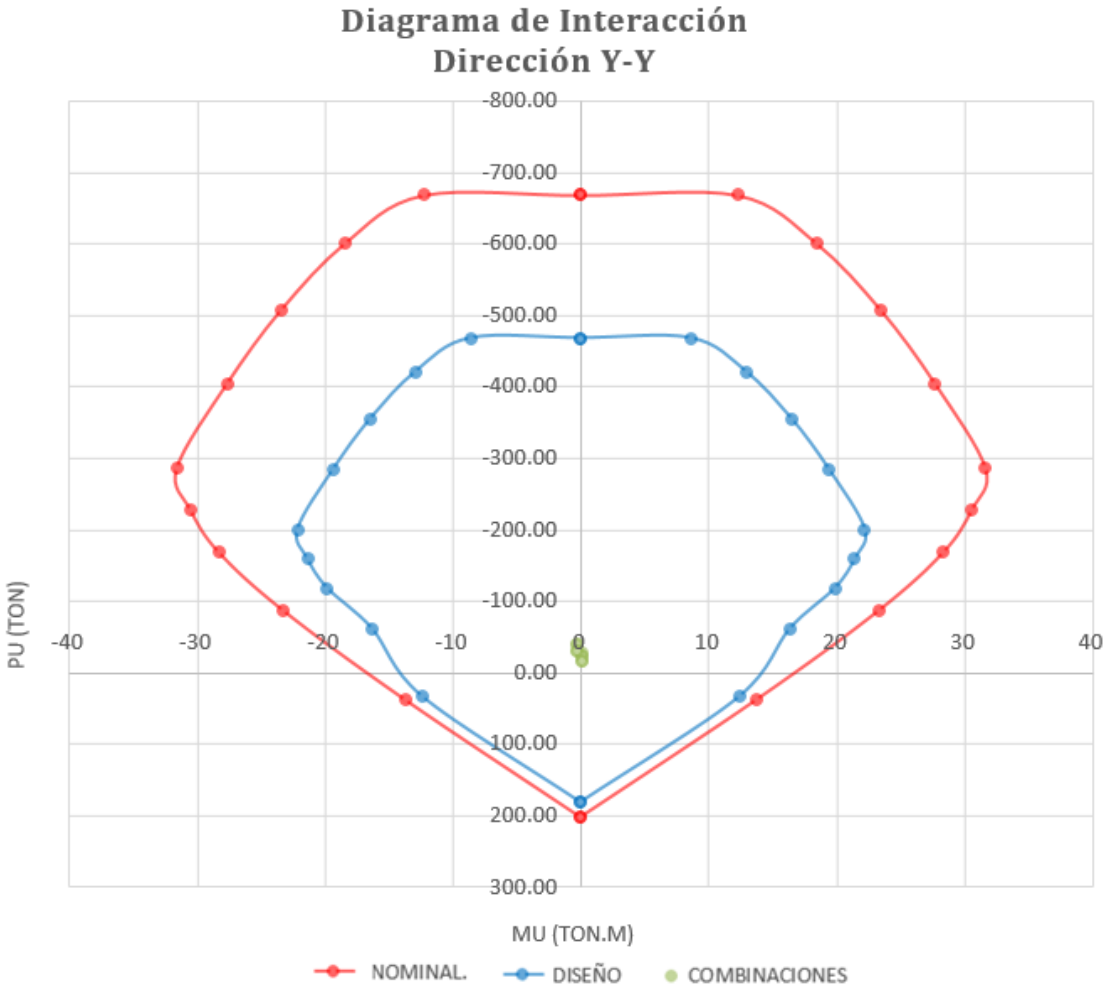


Figura 95 - Diagrama de interacción de placa en la dirección Y-Y Pabellón 6 (Fuente: propia)

Diseño por Corte:

a. Aporte del Concreto y del Acero:

Acápite 21.9.5.3						Acápite 11.10.5				Acápite 11.5.7.9		
Vn = Vc + Vs												
Vua	Mua	Mur	Mur/Mua	Vu	Vc	(hm/hl)	αac	Vc (máx.)		Vs	Vs (máx.)	
29.580	112.976	180.000	1.593	55.445	22.120	3.861	0.530	27.650	Ok	33.326	87.644	Ok

α	hm/lm
0.8	≤ 1.5
0.53	≥ 2

b. Refuerzo Horizontal

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Acápite 11.10.7				11.10.10.1								
Refuerzo Horizontal												
0.27.f'c.acw		Usar		ρh	Vs final	ϕ	Av	So			Usar	
14.086		Vs=Acw.ρh.fy		0.0025	37.8	3/8	0.713	28.52	60	40	28.5	2 3/8 @ 25

c. Refuerzo Vertical

| | | | | | | | | | | | |

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO XIII

DISEÑO DE MUROS CONFINADOS

12.8. Concepto.

Los muros confinados son elementos verticales que podrán suponerse de sección rectangular; estos trabajan ante acciones de cargas verticales y horizontales. Para el diseño se asume una falla por corte ante un sismo severo, esta forma de falla no es peligrosa mientras sobre no se sobrepase la distorsión máxima correspondiente a un sistema de albañilería (0.005).

Según la norma E070 Artículo 20 podrá considerar un muro confinado si cumple las siguientes condiciones:

- Quede enmarcado en sus cuatro lados por elementos verticales y horizontales.
- Que la distancia máxima de centro a centro entre columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor a 5m.
- Que se utilice unidades de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 de la NTE E-070.
- Que todos los empalmes y anclajes desarrollen plena capacidad a la tracción
- Que los elementos de confinamiento funcionen integralmente como albañilería.
- Que se utilice concreto con resistencia mayor a 175 kg/cm2.

12.9. Consideraciones de diseño.

Para diseñar los muros de confinamiento se empleó el Software ETABS (versión 9.7.4) para el cual no se modelaron las columnas y vigas de confinamiento.

La albañilería no soporta esfuerzos de tracción por lo que el uso de elementos confinantes en todo su perímetro es necesario para la absorción de esfuerzos perpendiculares y coplanares a su plano. Para el diseño de estos muros se usarán las siguientes combinaciones:

$$P = CM + CV$$
$$Pg = CM + \%CV$$
$$Ve = \pm S$$

Para el diseño también son necesarias las cortantes (Ve) y momentos (Me) ocasionadas por un sismo moderado.

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 diseño se inicia con la verificación de espesor y densidad mínimas de muros

12.9.1. Espesor y densidad mínima de muros

Esta verificación se ha realizado en el Capítulo VI .

12.9.2. Verificación por cargas verticales

Esta verificación se hace para una carga de servicio que incluye el 100% de la sobrecarga, debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L\,t} \leq \underbrace{0.2\,f'_m\left[1-\left(\frac{h}{35\,t}\right)^2\right]}_{F_a} \leq 0.15\,f'_m$$

Donde:
σm = Esfuerzo Axial Máximo
Fa = Esfuerzo Admisible por Carga Vertical.

12.9.3. Control de fisuración

Un muro no debe agrietarse ante un sismo moderado deberá verificarse que se cumpla la siguiente expresión:

$$V_e \leq 0{,}55 V_m = Fuerza\ \ Cortante\ \ Admisible$$

Donde:
Vm =Resistencia a fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

$$V_m = 0{,}5\ v'_m\ .\ \alpha\ .\ t\ .\ L + 0{,}23\ P_g$$

Y "α" = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e . L}{M_e} \leq 1$$

Ve y Me son la fuerza cortante y momento flector para un análisis elástico

12.9.4. Verificación de la resistencia al corte del edificio

Se deberá comprobar que la resistencia de un piso debe ser mayor o igual a la fuerza cortante ocasionada por un sismo severo.

$$V_m \geq V_E$$

Si la resistencia es igual o mayor a tres veces la fuerza cortante terminará el diseño y se colocará refuerzo mínimo a los elementos de confinamiento.

12.9.5. Obtención de la cortante y momento ante 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

Para el diseño se trabajarán con fuerzas internas ante un sismo severo los cuales según la norma E070/Art. 27 "se obtendrán amplificando los valores obtenidos del análisis elástico ante el "sismo moderado" por la relación de la cortante de agrietamiento diagonal entre cortante producido por el "sismo moderado" ambos en el primer piso. El factor de amplificación no deberá ser menor que dos ni mayor que tres."

$$V_{ui} = V_{ei}\frac{V_{m1}}{V_{e1}} \qquad M_{ui} = M_{ei}\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

Donde: $2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$

12.10. Diseño de la albañilería confinada

Según la norma E070 el diseño debe comprender:

- La verificación de la necesidad de refuerzo horizontal
- La verificación del agrietamiento diagonal en los entrepisos superiores
- El diseño de los confinamientos para la combinación de fuerzas de corte, compresión o tracción y corte fricción.

12.10.1. Verificación de la necesidad de refuerzo horizontal en los muros

Será necesario el uso de refuerzo horizontal si se cumple alguno de estos dos casos:

- La cortante, bajo sismo severo, sea mayor a su resistencia al corte.

$$V_u \geq V_m$$

- El esfuerzo por compresión axial, considerando el 100% de la sobrecarga, sea mayor o igual al 5% de su resistencia a compresión axial.

$$\sigma_m = P_m/(t.L) \geq 0.05\ f'_m$$

De ser necesaria, la cuantía a utilizar será:

$$\rho = A_s/(s.t) \geq 0.001$$

12.10.2. Verificación del agrietamiento diagonal en entrepisos superiores

Se deberá verificar el agrietamiento en cada muro superior al piso 01, de no cumplirse, se deberá diseñar de la misma manera al primer piso.

$$V_{mi} > V_{ui}$$

Donde "i" es el número del entrepiso.

12.10.3. Diseño de los elementos de confinamiento

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 de las columnas de confinamiento**

Se calcularán las fuerzas internas con las siguientes expresiones:

COLUMNA	V_c (fuerza cortante)	T (tracción)	C (compresión)
Interior	$\frac{V_{m1}.L_m}{L(N_c+1)}$	$V_{m1}\frac{h}{L}-P_c$	$P_c-\frac{V_{m1}.h}{2L}$
Extrema	$1{,}5\frac{V_{m1}.L_m}{L(N_c+1)}$	$F-P_c$	P_c+F

Tabla 34. Calculo de fuerzas internas para columnas de confinamiento (Norma E: 070)

Donde:
$L_m =$ Longitud del paño (En el caso de más de dos paños la longitud mayor o 0.5L)
$N_c =$ Número de columnas de confinamiento
$F = \frac{M}{L} =$ Fuerzas producidas por el momento M

$$M = M_{ui} - \frac{1}{2}V_{mi}h$$

$P_c =$ Cargas gravitaciones sobre la columna, considerando: mitad de la carga axial sobre el muro, cargas proveniente de muros transversales u otros de acuerdo a su área tributaria.

El área neta a usar será el mayor entre el diseño por compresión o corte-fricción

Por compresión:

$$A_n = A_s + \frac{C/\phi - A_s f_y}{0{,}85\delta f_c'}$$

ϕ = 0,7 o 0,75, según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente
δ = 0,8, para columnas sin muros transversales
δ = 1, para columnas confinadas por muros transversales

Por corte- fricción:

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0{,}2 f_c' \phi} \geq A_c \geq 15t(cm^2)$$

donde: $\phi =$ 0,85

Donde el refuerzo vertical está dado por la siguiente fórmula:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y.\mu.\phi} \qquad A_{st} = \frac{T}{f_y.\phi}$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0{,}1 f_c^{'} A_c}{f_y} ...(mínimo: 4\,\phi 8mm)$$

donde: *El factor de reducción de resistencia es* $\phi = 0{,}85$
El coeficiente de fricción es: $\mu = 0{,}8$ para juntas sin tratamiento y $\mu = 1{,}0$ para juntas en la que se haya eliminado la lechada de cemento *y sea intencionalmente rugosa.*

Para los muros no agrietados (pisos superiores) se diseñará por las siguientes expresiones:

$$F = \frac{M_u}{L} \qquad T = F - P_c > 0$$

$$A_s = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0{,}1 f_c^{'} A_c}{f_y} ...(mínimo: 4\,\phi 8mm), \quad donde \quad \phi = 0{,}9.$$

Y los estribos de confinamiento se distribuyen con el menor de los siguientes espaciamientos:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0{,}3 t_n . f_c^{'} (A_c / A_n - 1)} \qquad s_2 = \frac{A_v . f_y}{0{,}12 t_n . f_c^{'}}$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5cm \qquad s_4 = 10cm$$

Donde "d" es el peralte de la columna, "t_n" es el espesor del núcleo confinado y "A_v" es la suma de las ramas paralelas del estribo.

- **Diseño de las vigas soleras**

Las vigas soleras trabajan netamente a tracción, para el primer piso se diseñan con:

$$T_s = V_{m1} \frac{L_m}{2L}; \quad A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0{,}1 f_c^{'} A_{cs}}{f_y} ...(mínimo: 4\,\phi 8mm)$$

$\phi = 0{,}9$
A_{cs} = *área de la sección transversal de la solera*

El confinamiento se dará como indica la norma a E070: estribos mínimos [ ] 6mm: 1 @ 5, 4 @ 10, Rto @ 25.

Del mismo se dará para los muros no agrietados.

12.11. Ejemplo de diseño

Se tomará como ejemplo para el diseño los muros del Pabellón 06, el cual está estructurado en la dirección Y-Y por 03 muros confinados de 0.25 m de espesor.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

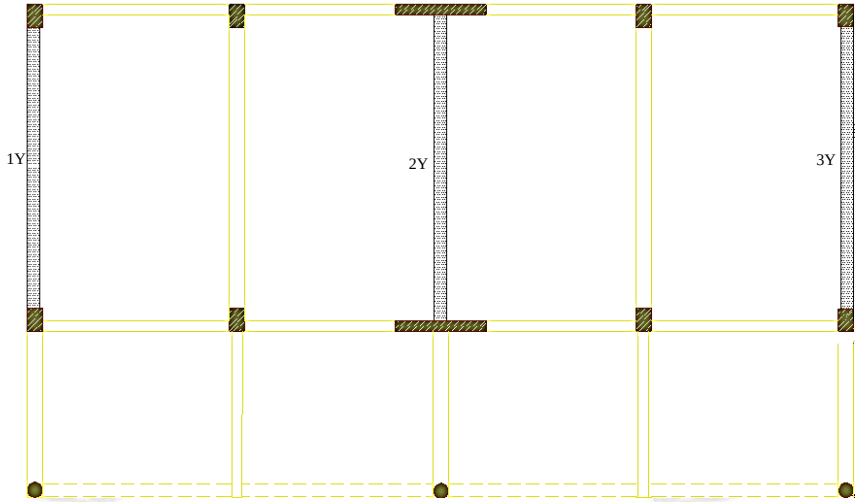


Figura 97 – Muros confinados Pabellón 6 – Vista en planta (Fuente: propia)

Datos iniciales:
t=0.23m
l=6.35m
h=3.24m
f'm=650 tn/m2
v'm=81tn/m2

Se modela en el programa ETABS v9.7.4. para un análisis elástico del cual se obtiene los siguientes resultados:

	Piso 1				Piso 2			
	P (tn)	**Pg (tn)**	**Ve (tn)**	**Me (tn.m)**	**P (tn)**	**Pg (tn)**	**Ve (tn)**	**Me (tn.m)**
1Y	59.05	55.82	28.76	42.66	24.31	23.44	13.51	2.09
2Y	28.91	27.21	27.55	44.57	13.30	12.83	16.78	27.13
3Y	60.94	56.55	31.70	47.99	26.39	24.44	15.21	2.36

Donde:
P y Pg son carga de gravedad máxima de servicio y de servicio, respectivamente.
Ve y Me son la fuerza cortante y momento cortante, respectivamente, para un sismo moderado.

En la tabla, a continuación, se presentan los cálculos necesarios para verificar si el material y dimensiones son las adecuadas para evitar el agrietamiento.

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

	Verificación por cargas verticales				Control de Fisuración						Obtención Vu y Mu		
	P (tn)	σm (Tn/m2)	Fa (Tn/m2)		Ve (Tn)	Me (tn.m)	Pg (Tn)	α	Vm (Tn)	Ve<0.55Vm	Factor de amplificación	Vu (Tn)	Mu (Tn.m)
	PISO 01												
1Y	59.05	36.941	108.94	cumple	28.76	42.659	55.82	1.00	77.58	No se agrietan	2.697	77.58	115.07
2Y	28.91	18.086	108.94	cumple	27.55	44.568	27.21	1.00	71.00	No se agrietan	2.577	71.00	114.85
3Y	60.94	38.123	108.94	cumple	31.7	47.985	56.55	1.00	77.75	No se agrietan	2.453	77.75	117.69
	PISO 02												
1Y	24.31	15.028	108.94	cumple	13.51	2.085	23.44	1.00	70.13	No se agrietan	2.487	36.44	5.62
2Y	13.3	8.320	108.94	cumple	16.78	27.133	12.83	1.00	67.69	No se agrietan	2.357	43.24	69.92
3Y	26.39	16.509	108.94	cumple	15.21	2.358	24.44	1.00	70.36	No se agrietan	2.262	37.30	5.78

	Verificación necesidad de refuerzo horizontal							
	Vu≥Vm	σm≥0.05f'm		ρmin	Refuerzo horizontal	As (cm2)	s a usar(cm)	s
	PISO 01							
1Y	No agrietado	Agrietado	Necesidad de refuerzo horizontal	0.001	3/8	0.713	20.00	1 de 3/8@ 2 hiladas (cada20cm)
2Y	No agrietado	No agrietado	No necesita refuerzo horizontal					
3Y	No agrietado	Agrietado	Necesidad de refuerzo horizontal	0.001	3/8	0.713	20.00	1 de 3/8@ 2 hiladas (cada20cm)
	PISO 02							
1Y	No agrietado	No agrietado	No necesita refuerzo horizontal					
2Y	No agrietado	No agrietado	No necesita refuerzo horizontal					
3Y	No agrietado	No agrietado	No necesita refuerzo horizontal					

A partir de acá se realizará el diseño de los elementos confinantes (columnas de confinamiento y vigas soleras)

Columnas de confinamiento:

Observaciones:

- Los muros 1Y y 2Y son muros perimetrales los cuales tendrán el mismo refuerzo, usando los mayores valores a los que estará expuesto.

- El muro 2Y se encuentra confinado por placas transversales en los extremos.
- El valor de "Lm" será el mayor valor entre a 0.5 L (L=6.95m) y longitud del paño igual a 3.25m.
- Para los muros del nivel 02 se hace diseño de muros no agrietados.

	Diseño de Columnas de Confinamiento																	
	Descripción	**Lm (m)**	**Nc**	**M (Tn.m)**	**F (Tn)**	**Pc (Tn)**	**Vc (Tn)**	**T (Tn)**	**C (Tn)**	**As (cm2)**	**As**	**As usar**	**An**	**Acf**	**Dimensiones (cm)**		**Av**	**s (cm)**	**Distribución**
	PISO 01																		
2Y	**Interna**	3.48	3	0.00	0.00	9.07	8.87	24.03	150.10	9.22	4Ø5/8+2Ø1/2	10.45	1443.55	298.31	25	30	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
	Externa	3.48	3	0.00	0.00	9.07	13.31	0.00	9.07	3.73	4Ø1/2	5.07	0.00	447.46	30	45	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
3Y	**Interna**	3.48	3	0.00	0.00	18.85	9.72	17.39	341.60	7.59	4Ø5/8	7.92	3829.37	326.66	25	30	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
	Externa	3.48	3	0.00	0.00	18.85	14.58	0.00	18.85	4.08	4Ø1/2	5.07	3.65	489.99	30	45	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
	PISO 02																		
2Y	**Interna**	3.48	3	69.92	10.06	4.28	8.46	5.784	14.338	1.02	4 Ø 1/2	5.07	0.00	284.41	25	30	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
	Externa	3.48	3	69.92	10.06	4.28	12.69	5.784	14.338	1.02	4 Ø 1/2	5.07	0.00	426.62	30	45	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
3Y	**Interna**	3.48	3	5.78	0.83	8.15	8.80	0.000	8.979	0.00	4 Ø 1/2	5.07	0.00	295.63	25	30	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25
	Externa	3.48	3	5.78	0.83	8.15	13.19	0.000	8.979	0.00	4 Ø 1/2	5.07	0.00	443.45	30	45	3/8	10	[] 3/8:1@5,5@10,Rto.@25

Resultados:

- El acero mínimo para las columnas externas es de 5.625 cm2 mayor al requerido, será el que usaremos; se escoge 2Ø5/8+2Ø1/2.
- Para el nivel 02 se usó el mismo refuerzo para todas las columnas a pesar que el requerido era menor.
- Además, la norma E070 (27.1.c.) indica que las varillas de refuerzo horizontal deberán penetrar las columnas de confinamiento por lo menos 12.5cm y terminar en un gancho de 90° vertical de 10 cm de longitud.

Vigas soleras:

Observaciones:

- Las vigas soleras tendrán la misma sección que será de 25 cm de ancho y 20 cm de altura.

	Diseño de Vigas Soleras				
	Ts(Tn)	**As (cm2)**		**As a usar**	**s (cm)**
	PISO 01				
2Y	17.75	4.70	4Ø1/2	5.068	[] 1/4: 1@5, 4@10, Rto.@25
3Y	17.75	4.70	4Ø1/2	5.068	[] 1/4: 1@5, 4@10, Rto.@25
	PISO 02				

2Y	19.44	5.14	4Ø1/2	5.068	[] 1/4: 1@5, 4@10, Rto.@25
3Y	19.44	5.14	4Ø1/2	5.068	[] 1/4: 1@5, 4@10, Rto.@25

Resultados:

- La norma E070 (27.3.b) indica que el estribaje a utilizar debe ser el mínimo con refuerzo de 6mm pero al no ser un área comercial se usa de ¼.

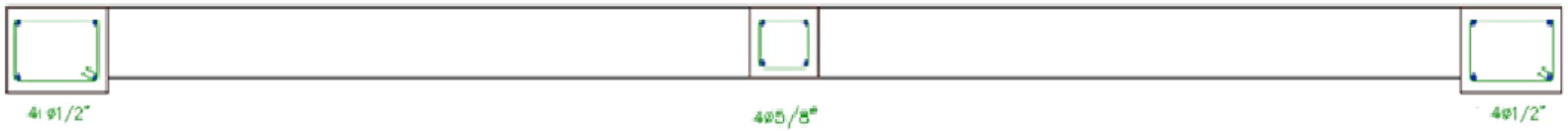


Figura 98 – Armado y ubicación de columnas confinantes de muro portante de Pabellón 6 (Fuente: propia)

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO XIV

DISEÑO DE CIMENTACION

13.1. Concepto

La cimentación tiene como función transmitir las cargas del edificio al suelo. Al diseñar estos elementos el objetivo es no sobrepasar la resistencia del terreno, los esfuerzos internos en el cimiento (flexión, cortante y punzonamiento) y los límites de estabilidad. En Arequipa la capacidad portante del suelo tiene como valor promedio de 3 $kg/cm2$. Sin embargo, el colegio cuenta con una capacidad portante con valores entre 2.22 a 2.99 $kg/cm2$, dependiendo la ubicación de la estructura.

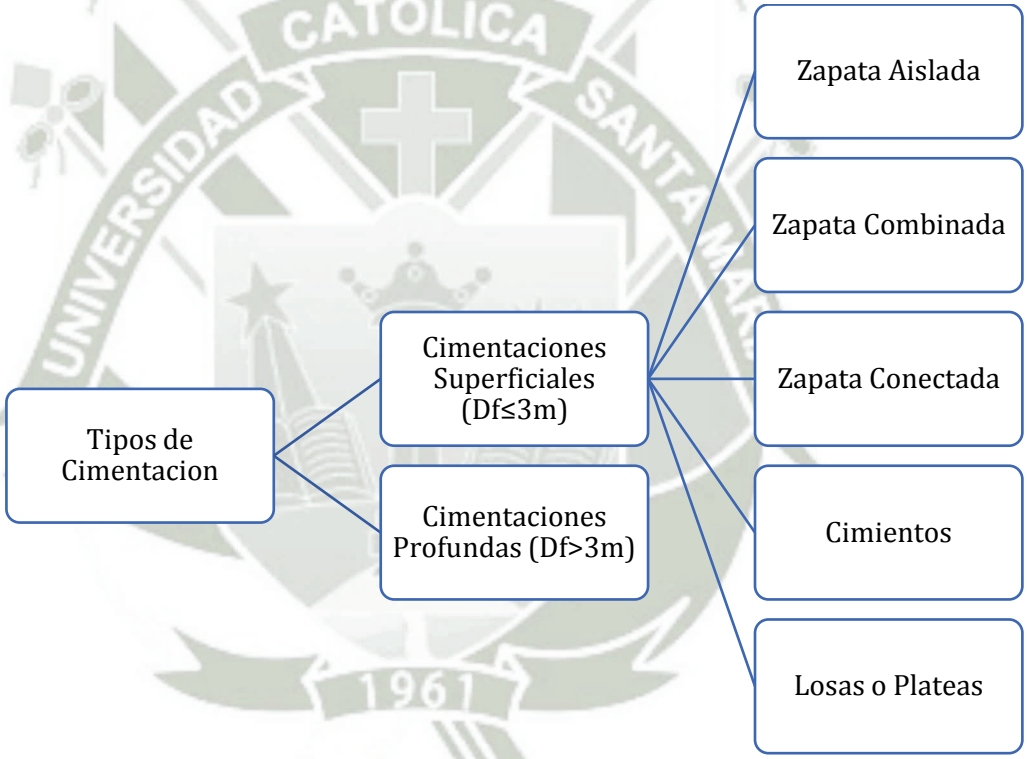


Figura 99 – Flujograma de tipo de cimentación (Fuente: propia)

Se considera cimentaciones superficiales cuando la profundidad de desplante es menor o igual a tres metros y cimentaciones profundas cuando la profundidad de desplante es mayor a tres metros.

13.2. Consideraciones de diseño

Zapatas Aisladas

Dimensionamiento de la Zapata

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 dimensionamiento de la zapata deberá cumplir que la carga actante sobre el terreno no sobrepase el esfuerzo admisible del mismo. En el acápite 15.2.4 de la norma E.060 se puede aumentar un 30% de la presión admisible del suelo para cargas de sismo. Para el dimensionamiento en planta de la zapata, se tiene las siguientes formulas:

$$Az = \frac{P + Pz}{\sigma_S} = \frac{D + L + Pz}{\sigma_S}$$

$$Az = \frac{P + Pz}{1.3 \cdot \sigma_S} = \frac{D + L + Pz}{1.3 \cdot \sigma_S}$$

Calculo del Peso propio de la Zapata (Pz)

El peso propio de la zapata será un porcentaje de las cargas de servicio (%P) sin amplificar que actúa en cada elemento, el valor del porcentaje (%P) dependerá de la capacidad portante del suelo.

Pz	**σs ($kg/cm2$)**	**Condición**
4 %P	4	$(buen\ suelo)$
6 %P	3	$(suelo\ intermedio)$
8 %P	2	$(mal\ suelo)$
10 %P	1	$(mal\ suelo)$

Tabla 35. Peso propio de la zapata (Fuente: Concreto Armado - UNI)

Donde:
σs: Capacidad portante del suelo (kg/cm2)

Al obtener el área de la zapata, se obtendrá el valor m, en base a la siguiente formula:

$$Az = (t + 2m)(b + 2m)$$

Se recomienda volados menores a los 2 metros (m≤2).

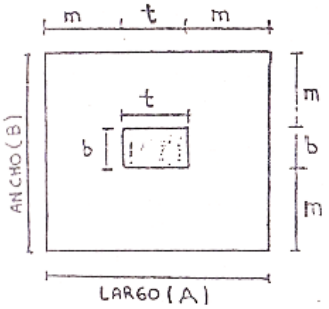


Figura 100 – Sección transversal de zapata (Fuente: "Concreto Armado" - UNI)

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 asumirá una altura de la zapata (hz), para calcular el peso de la zapata, con la siguiente formula:

$$Pzapata = B \cdot L \cdot hz \cdot \Upsilon c$$

$\Upsilon c =$ 2.4 Ton/m3 (Concreto Armado)
$\Upsilon c =$ 2.3 Ton/m3 (Concreto Simple)

Comparamos e <> L/6

Por lo que se empezara con un pre dimensionamiento estático (sin sismo), con el fin de comparar si L/6 es mayor o menor que la excentricidad, calculada con la siguiente formula:

$$e = \frac{M}{P} = \frac{M_{CM} + M_{CV}}{P_{CM} + P_{CV} + P_{ZAPATA}}$$

Caso 1, si:

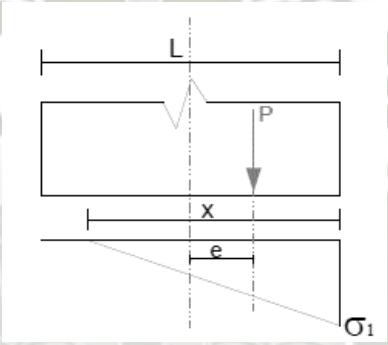


Figura 101 – Esfuerzo del suelo en caso 1 (Fuente: propia)

Recordar que el suelo no admite tracciones

$$e > \frac{L}{6}$$

Se utilizará la siguiente ecuación ($\sigma_1=\sigma_t$):

$$\sigma_1 = \frac{2 \cdot P}{3 \cdot B \cdot (\frac{L}{2} - e)}$$

Caso 2, si:

$$e \leq \frac{L}{6}$$

Se utilizará la siguiente ecuación ($\sigma_2=\sigma_t$):

$$\sigma_2 = \frac{P}{A} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{L}\right)$$

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 deberá satisfacer la siguiente condición, en ambos casos, donde no excederá bajo ninguna circunstancia la presión admisible del suelo:

$$\sigma_t < \sigma_S$$

Verificación por Punzonamiento:

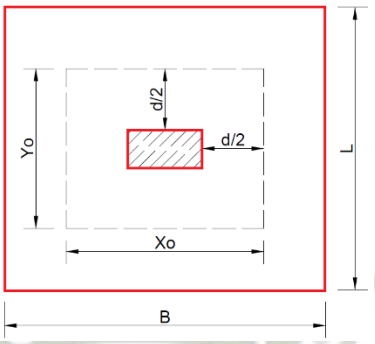


Figura 102 – Punzonamiento (Fuente: propia)

$$d = hz - 10\ cm$$
$$A = B \cdot L$$
$$Ao = Xo \cdot Yo$$
$$bo = Perimetro$$
$$Vu = \sigma \cdot (A - Ao)$$

Se tiene que cumplir que Vu/Φ ≤ Vc o de lo contrario aumentar el peralte de la zapata hz.

$$Vc = 0.53 \cdot \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d$$

$$\beta = \frac{t\ (lado\ largo)}{b\ (lado\ corto)}$$

$$Vc = 0.27 \cdot \left(\frac{\propto_s \cdot d}{bo} + 2\right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d$$

αs = 40 Columnas interiores
αs = 30 Columnas de borde
αs = 20 Columnas de esquina

$$Vc = 1.06 \cdot \sqrt{f'c} \cdot bo \cdot d$$

Corte 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

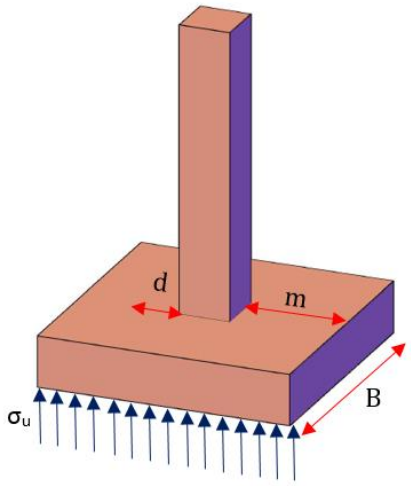


Figura 103 – Corte por flexión (Fuente: propia)

En una dirección:

$$Vu = \sigma_u \cdot B \cdot (m - d)$$
$$Vc = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot B \cdot d$$

En la otra dirección:

$$Vu = \sigma_u \cdot L \cdot (n - d)$$
$$Vc = 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot L \cdot d$$

Flexión:

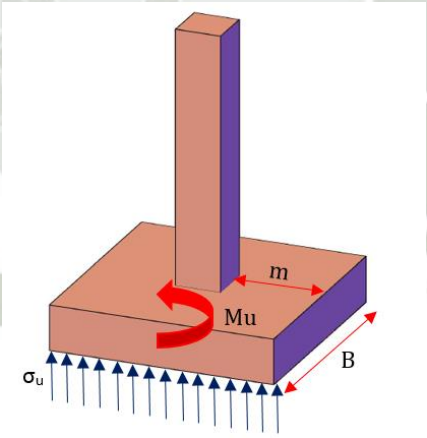


Figura 104 . Flexión (Fuente: propia)

En una dirección:

$$Mu = \sigma_u \cdot B \cdot \frac{m^2}{2}$$

En la otra dirección:

$$Mu = \sigma_u \cdot L \cdot \frac{n^2}{2}$$

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Si m=n, entonces se puede analizar por 1 m de ancho, es decir L=B= 1m, en tal caso solo se analizará una sola dirección.

Corte por Fricción:

Ast=Avf: Acero que cruza la sección hasta el fondo de la zapata

Cortante nominal por fricción

$$Vn = Avf \cdot fy \cdot \mu$$
$$\mu = 0.6 \cdot \lambda$$

Si:

$$Vu \leq \phi Vn$$

La zapata no falla por corte por fricción.

Si:

$$Vu > \phi Vn$$

La zapata falla por corte por fricción, usar refuerzo vertical "Dowells"

$$Vr = Vu - \phi Vn$$
$$As\ ad = \frac{Vr}{\mu \cdot \phi \cdot Fy}$$

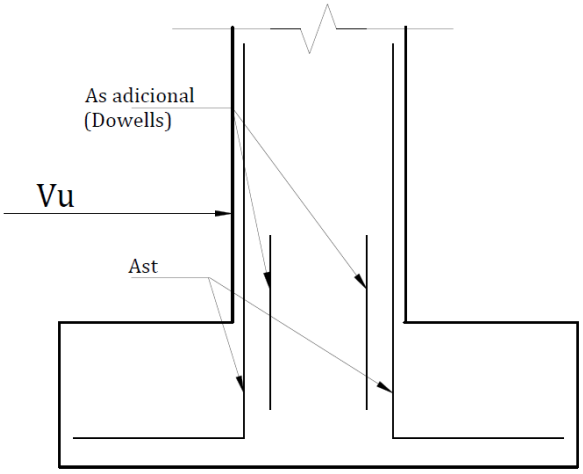


Figura 105 – Acero adicional "Dowels" por corte por fricción (Fuente: propia)

Aplastamiento:

A1: Área de la columna.
A2: Área de la proyección.

$$\phi Pn = \phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot A1$$
$$\phi Pn = \phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot A1 \cdot \sqrt{\frac{A2}{A1}}$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 2$$

Si:

$$Pu\ act\ \leq \phi Pn$$

La zapata no falla por aplastamiento.

Si:

$$Pu\ act > \phi Pn$$

La zapata falla por aplastamiento, usar refuerzo vertical "Dowells"

$$Pr = Pu\ act - \phi Pn$$

$$Asd = \frac{Pr}{\phi \cdot Fy}$$

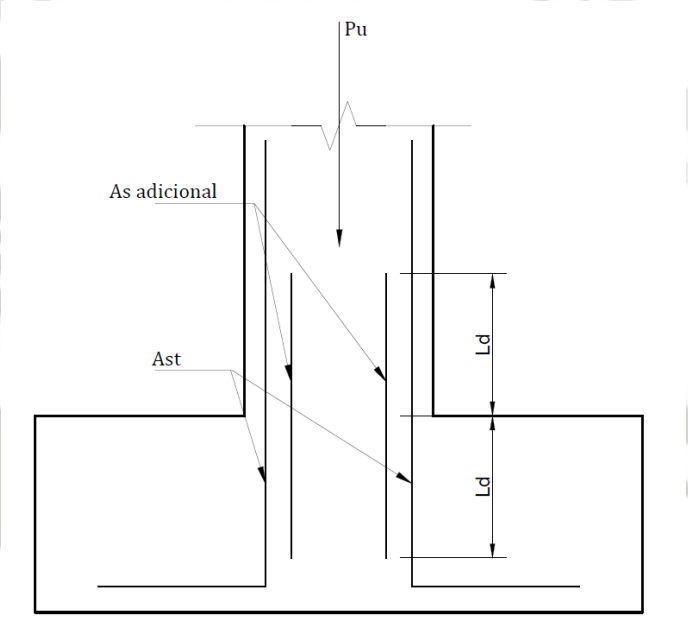


Figura 106 – Acero adicional "Dowells" por aplastamiento (Fuente: propia)

Si:

$$Ast\ \geq Asd$$

No usamos acero adicional "Dowells", los aceros de la columna tendrán que llegar hasta el fondo de la zapata.

Si:

$$Ast\ \leq Asd$$

Usar acero adicional "Dowells"

13.3. Ejemplo 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

Se toma como ejemplo la zapata de la columna ubicada en el Pabellón 6 entre el eje C y el eje 33, ubicada en el primer nivel.

Datos de Diseño:

Resistencia del Concreto	f'_c =	210	kgf/cm2
Módulo de Fluencia	f_y =	4200	kgf/cm2

Datos de la columna y del suelo:

Base de la columna	**b** =	0.30	m
Alto de la columna	**h** =	0.45	m
Capacidad Portante del Suelo	σ_S =	2.99	kg/cm2

Cargas:

Pcm	Pcv	S_{X-X}	S_{Y-Y}	Mcm_{X-X}	Mcv_{X-X}	Ms_{X-X}	Mcm_{Y-Y}	Mcv_{Y-Y}	Ms_{Y-Y}
(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)	(ton.m)
18.31	3.77	6.48	0.64	0.029	0.004	2.162	1.243	0.444	0.79

Esfuerzos en el Suelo:

σ_S =	29.9	ton/m2	Sin sismo
σ_S =	35.88	ton/m2	Con sismo (Mas 20%)

Pre dimensionamiento Estático (Sin sismo):

P =	22.080	ton	Pcm + Pcv
Pz =	1.325	(Tabla)	6% P
Az =	0.783	m2	

Asumimos:

m = 0.5

En base a la siguiente ecuación:

$$Az = (t + 2m)(b + 2m)$$

Az = 1.885 m2

Donde:

L = 1.3 m

B = 1.45 m

Asumimos:

hz = 0.5 m

En base a la siguiente ecuación:

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Pzapata = B \cdot L \cdot hz \cdot \gamma c$$

Pzapata = 2.262 ton

Dirección X-X:

M =	0.033	ton.m	Mcmx + Mcvx
L/6 =	0.217		
e =	0.001	m	**Caso 2**

σ = 12.991 ton/m2

Dirección Y-Y:

M =	1.687	ton.m	Mcmy + Mcvy
L/6 =	0.217		
e =	0.069	m	**Caso 2**

σ = 17.044 ton/m2

Como σ = 12.991 ton/m2 y σ = 17.044 ton/m2 son menores que la presión admisible del suelo (σ = 29.90 ton/m2), continuamos con el diseño.

Pre dimensionamiento Dinámico (Con sismo):

Dirección X-X:

M =	1.7626	ton.m	Mcmx + Mcvx + (Msx/1.25)
P =	27.264	ton.m	Pcm + Pcv + (Sx/1.25)
e =	0.060	m	**Caso 2**

σ = 19.979 ton/m2

Como σ = 19.979 ton/m2 es menor que la presión admisible del suelo (σ = 35.88 ton/m2), continuamos con el diseño.

Dirección Y-Y:

M =	2.319	ton.m	Mcmy + Mcvy + (Msy/1.25)
P =	22.592	ton.m	Pcm + Pcv + (Sy/1.25)
e =	0.093	m	**Caso 2**

σ = 18.863 ton/m2

Como σ = 18.863 ton/m2 es menor que la presión admisible del suelo (σ = 35.88 ton/m2), continuamos con el diseño.

Envolvente de Presiones:

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

Primera hipótesis: 1.4CM + 1.7CV (ESTATICO)

Pu =	35.2098	ton	
Mu =	2.495	ton.m	
e =	0.070860953	m	**Caso 2**
σ =	16.991	ton/m2	
σ =	8.616	ton/m2	

Segunda hipótesis: 1.25(CM + CV) + CS

Pu =	36.9075	ton	
Mu =	2.89875	ton.m	
e =	0.078540947	m	**Caso 2**
σ =	18.286	ton/m2	
σ =	8.556	ton/m2	

Tercera hipótesis: 1.25(CM + CV) - CS

Pu =	23.9475	ton	
Mu =	1.31875	ton.m	
e =	0.055068379	m	**Caso 2**
σ =	10.921	ton/m2	
σ =	6.495	ton/m2	

Dirección Y-Y:

Primera hipótesis: 1.4CM + 1.7CV (ESTATICO)

Pu =	35.2098	ton	
Mu =	0.0474	ton.m	
e =	0.001346216	m	**Caso 2**
σ =	12.883	ton/m2	
σ =	12.724	ton/m2	

Segunda hipótesis: 1.25(CM + CV) + CS

Pu =	31.0675	ton	
Mu =	2.20325	ton.m	
e =	0.070918162	m	**Caso 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

σ =	14.995	ton/m2
σ =	7.600	ton/m2

Tercera hipótesis: 1.25(CM + CV) - CS

Pu =	29.7875	ton	
Mu =	-2.12075	ton.m	
e =	0.071195971	m	**Caso 2**

σ =	14.391	ton/m2
σ =	7.273	ton/m2

El mayor esfuerzo, se produce en la dirección X-X, en la segunda hipótesis: 1.25 (CM + CV) + CS; donde σ = 18.286 ton/m2

Punzonamiento:

d =	0.4	m	Peralte efectivo
Xo =	0.7	m	
Yo =	0.85	m	
Ao =	0.595	m2	
Vu =	23.589	ton	Cortante ultimo de diseño
B =	1.500		Lado mayor/Lado menor (Col)
αs =	30		Columna exterior
bo =	310	cm	Perímetro de la sección critica
Vc =	1.237	ton	
Vc =	1.585	ton	
Vc =	1.06	ton	
Vc =	1.06	ton	MENOR VALOR
Vc =	190474.656	kg	
Vc =	190.475	ton	

Como Vu/Φ = 27.752 ton es menor a Vc = 190.475 ton, continuamos con el 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

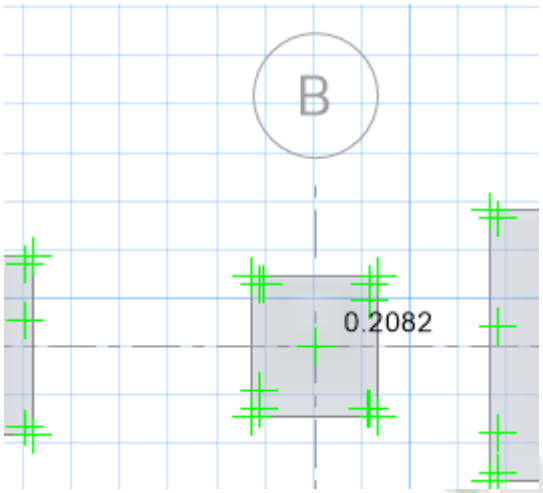


Figura 107 – Punzonamiento en zapata Pabellón 6 en programa SAFE (Fuente: propia)

Verificamos nuestra zapata por punzonamiento en el programa SAFE y vemos que el valor es menor a 1, por lo que cumple el diseño por punzonamiento.

Corte por flexión:

Cortante ultimo de diseño:

Vu =	1.829	ton
Vu/Φ =	2.151	
Vc =	30.722	ton

Como Vu/Φ = 2.151 ton es menor a Vc = 30.722 ton, continuamos con el diseño.

Corte por fricción:

μ =	0.6		
Asc =	15.92	cm2	Acero de columna
Vn =	40.118	ton	
ΦVn =	34.101	ton	

Como Vu act = 11.208 ton es menor a ΦVc = 34.101 ton, no se usara acero adicional conocido como “Dowells”

Aplastamiento:

A2 =	1.885	m2	Área de zapata
A1 =	0.135	m2	Área de columna
ΦPn =	168.683	ton	

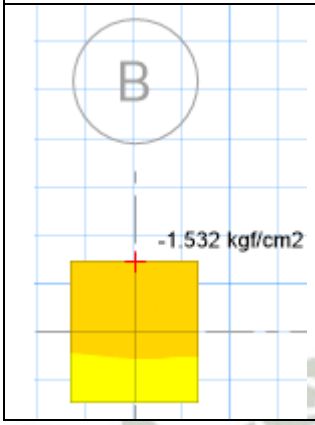
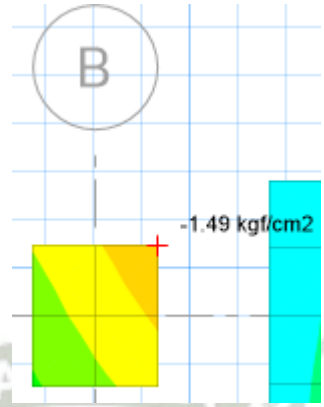
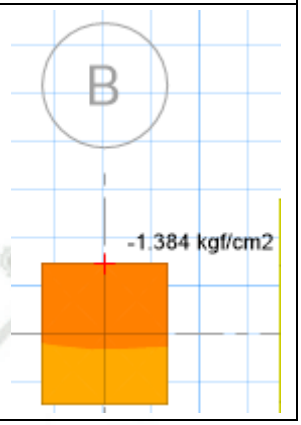
Como Pu act = 36.91 ton es menor a ΦPn = 168.683 ton, no falla por aplastamiento.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Verificación en SAFE:

Carga de Servicio	Capacidad Portante en la dirección X-X	Capacidad Portante en la dirección Y-Y
CM + CV	CM + CV + SX	CM + CV + SY
		

Verificamos las presiones del suelo de nuestra zapata en el programa SAFE y vemos que, con las siguientes combinaciones de carga, los valores máximos mostrados no exceden la capacidad portante del suelo.

Diseño del acero por flexión:

Mu =	2.286	ton.m
ku =	1.429	
ρ =	0.0004	
ρmin =	0.0018	

Como ρ es menor a ρmin, se utilizará la ρmin para el diseño.

As = 7.2 cm2/metro

S (1/2") = 0.1764 m 15 cm
S (5/8") = 0.2778 m 25 cm

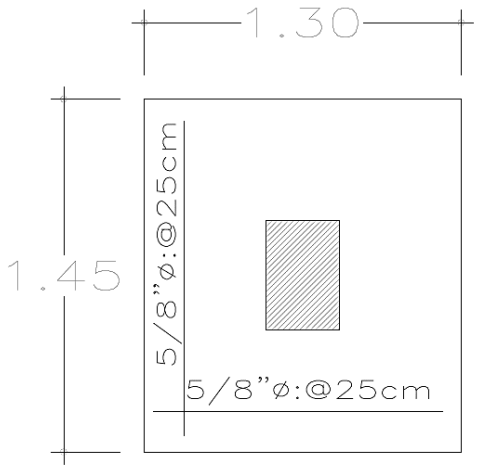


Figura 108 – Armado de zapata Pabellón 6 (Fuente: propia)

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 XV

DISEÑO DE MUROS DE CONTENCION

14.1. Concepto

Los muros de contención son estructuras que sirven para contener terreno natural o artificial y en ocasiones cargas verticales. Existen varios tipos, pero en este proyecto usaremos el muro en voladizo. Estos son de uso más frecuente, compuestos por un alma llamada pantalla y una losa o base de concreto armado llamada zapata, ambos esbeltos.

Están expuestos a momentos de flexión y cortantes. Estos muros pueden fallar de la siguiente manera (Braja Das 8.4):

- Por volcamiento en la puntera (a).
- Por deslizamiento a lo largo de la base (b).
- Por perdida de la capacidad de soporte de carga del suelo que soporta la base (c).
- Por una falla cortante por asentamiento profundo de un suelo débil (d).
- Por un asentamiento excesivo

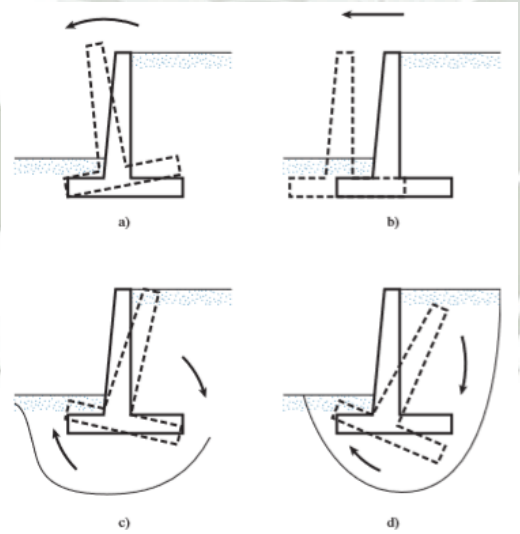


Figura 109 - Tipos de falla en muros en voladizo (Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones – Braja M. Das)

Su estabilidad se debe a su peso propio y el material que se encuentra sobre su base.

14.2. Consideraciones de diseño

Para su diseño primero se define los tipos posibles de falla.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

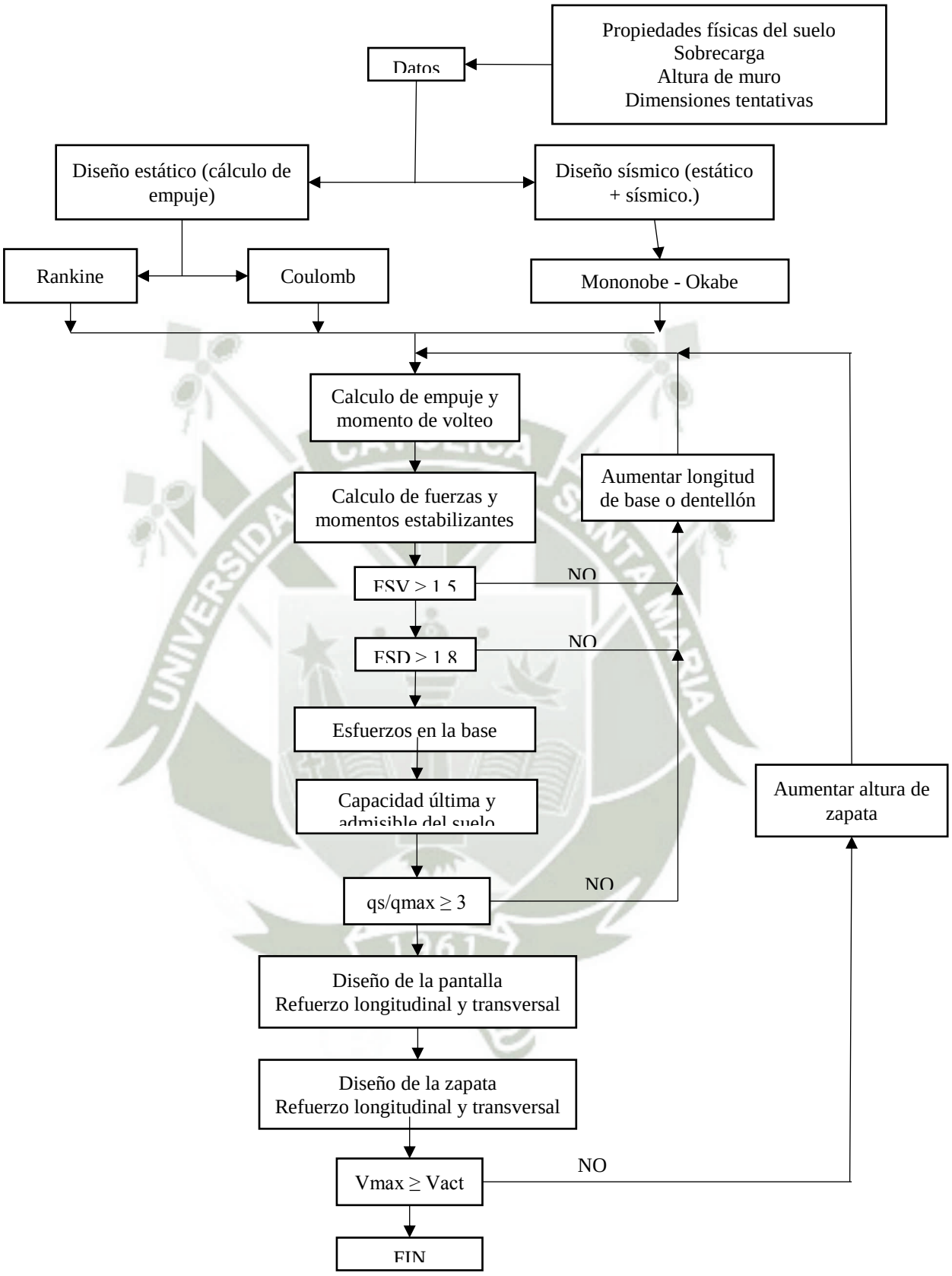


Figura 110 – Flujograma para diseño de muros de contención (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Existen dos fases en el diseño de un muro de retención:

- **Fase uno**

  Bajo condiciones estáticas

  Los muros están sujetos a fuerzas relacionadas a la masa del muro, empujes del suelo (presión lateral de la tierra) y fuerzas externas (de existir anclajes o tirantes). Se hacen chequeos por volcamiento, deslizamiento, capacidad de carga, asentamiento y estabilidad de conjunto.

  Bajo condiciones dinámicas

  Las fuerzas inerciales y resistencia del suelo podrían variar durante un sismo, perder el equilibrio y causar la deformación del muro.

- **Fase dos**

  Cada componente de la estructura se revisa por resistencia y se determina el reforzamiento de acero de cada componente.

14.3. Procedimiento de diseño de un muro en voladizo

Para el diseño del muro seguiremos el siguiente procedimiento:

14.3.1. Calcular las fuerzas activa y pasiva

Iniciamos con el pre dimensionamiento del muro paso ya realizado en el Capítulo VI 6.9. Luego, calculamos los pesos, momento actuantes en el talón del muro.

Para el cálculo de los empujes usaremos la teoría de Rankine para un talud sin inclinación.

- Empuje activo:

$$E_a = \frac{1}{2} k_a \gamma h^2$$

Donde:

$$k_a = \tan(45 - \frac{\emptyset}{2})^2$$

- Empuje pasivo:

$$E_p = \frac{1}{2} k_p \gamma h^2$$

Donde:

$$k_p = \tan(45 + \frac{\emptyset}{2})^2$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Empuje de sobrecarga

$$E_{s/c} = s/c \ * H \ * k_a$$

14.3.2. Chequeo bajo condiciones estáticas

Para un análisis estático actúan fuerzas de peso del suelo y del muro y el empuje del suelo, fuerzas son graficadas en la siguiente figura:

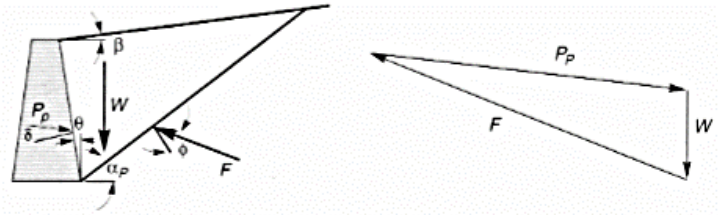


Figura 111 – Diagrama de fuerzas actuante en la cuña activa en condiciones estáticas (Fuente: propia)

Se verifica:

- Factor de seguridad por volcamiento

$$F.S._{volc} = \frac{\sum Mr}{\sum Mv}$$

Donde:
ΣMr= Momento estabilizantes
ΣMo= Momento desestabilizantes

F.S. estático ≥ 1.5

- Factor de seguridad al deslizamiento

$$F.S._{desliz} = \frac{\sum Fr}{\sum Fd}$$

Donde:
ΣFr= Fuerzas estabilizadoras = ΣFv tan(Ø)+0.75b +Ep
ΣFd= Fuerzas desestabilizadoras

F.S. estático ≥ 1.5

- Capacidad de carga

Calculamos la excentricidad:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mr - \Sigma Ma}{\Sigma Fv}$$

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 magnitudes de presiones máximas y mínimas en la puntera y talón, respectivamente.

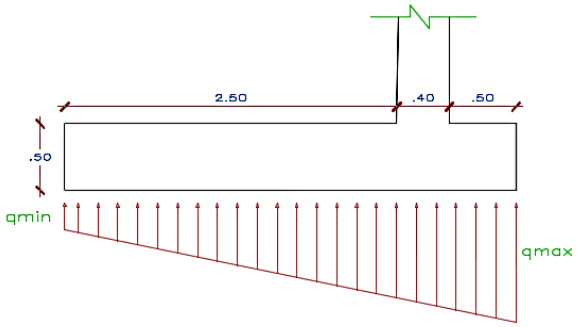


Figura 112. Revisión de falla por capacidad de carga (Fuente: propia)

$$q_{max/min} = \frac{\Sigma Fv}{B}(1 \pm \frac{6e}{B})$$

$$q_u \geq q_{max}$$

Donde:
qu=capacidad de carga portante

14.3.3. Chequeo bajo condiciones dinámicas

La respuesta dinámica es más compleja porque los esfuerzos dependen de fuerzas inerciales, rigidez del muro y comportamiento del suelo. El método Mononobe – Okabe es una extensión pseudo estática del método de Coulomb que se basa en el equilibrio de las fuerzas estáticas y dinámicas que actúan sobre el muro, es decir, adicionales a las fuerzas estáticas, que ya conocemos, existen fuerzas pseudo estáticas horizontal y vertical que actúan en la cuña activa o pasiva, como se ve en la sigte. figura:

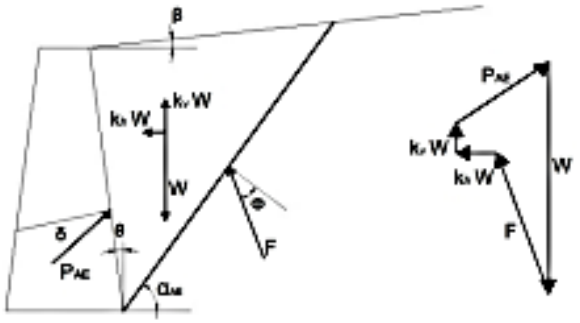


Figura 113 - Diagrama de fuerzas actuante en la cuña activa en condiciones dinámicas (Fuente: propia)

- Empuje activo dinámico está dado por:

$$E_{ae} = \frac{1}{2}\, k_{ae} \gamma h^2 (1 - k_v)$$

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:

$$k_{ae} = \frac{\cos(\emptyset - \theta - \Psi)^2}{\cos\Psi \cos\theta^2 \cos(\delta + \theta + \Psi)\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta+\emptyset)\sin(\emptyset-\beta-\Psi)}{\cos(\delta+\theta+\Psi)\cos(\beta-\theta)}}\right]^2}$$

- Empuje pasivo dinámico está dado por:

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k_{pe} \gamma h^2 (1 - k_v)$$

Donde:

$$k_{pe} = \frac{\cos(\emptyset - \theta + \Psi)^2}{\cos\Psi \cos\theta^2 \cos(\delta - \theta + \Psi)\left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta+\emptyset)\sin(\emptyset-\beta+\Psi)}{\cos(\delta-\theta+\Psi)\cos(\beta-\theta)}}\right]^2}$$

$$\Psi = \tan^{-1}\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right)$$

k_h= coeficiente sísmico horizontal
k_v= coeficiente sísmico vertical

En la presente usaremos un valor de 0.175 para coeficiente sísmico horizontal y 0.117 para el coeficiente sísmico vertical.

De la misma manera que en condiciones estáticas, verificamos:

- Factor de seguridad por volcamiento y deslizamiento deberá ser mayor a 1.2.

14.3.4. Calculo del refuerzo

Se diseñara la pantalla y la zapata, tomando las siguientes consideraciones:

- Para la pantalla se verificará por corte y flexión, el acero calculado se distribuirá de la siguiente manera:
  - $\frac{2}{3}As$ para la cara interior
  - $\frac{1}{3}As$ para la cara exterior

- Para la zapata se diseñará la puntera y el talón calculando las presiones en los cortes señalados.

- La cuantía mínima será de 0.0018.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

14.4. Ejemplo de diseño

Con las dimensiones calculadas en el pre dimensionamiento de muros de contención en el Capítulo VI pasamos a la verificación.

Paso 01: Calcular pesos y momentos con respecto al punto O

	Brazos Verticales al punto O (m)	Peso específico (tn/m3)	B (m)	H(m)	Área (m2)	Peso (tn)	Momento a O (tn.m)
P1	0.250	1.8	0.50	0.90	0.45	0.81	0.2025
P2	0.567	2.4	0.10	4.65	0.23	0.56	0.3162
P3	0.750	2.4	0.30	4.65	1.40	3.35	2.511
P4	1.700	2.4	0.50	3.40	1.70	4.08	6.936
P5	2.150	1.8	2.50	4.65	11.63	20.93	44.99
						29.72	54.95

Paso 02: Calculo de empujes

Empuje activo:

$$k_a = \tan(45 - \frac{32.50}{2})^2 = 0.3072$$

$$E_a = \frac{1}{2}.3072 * 1.8 * 5.15^2 = 7.33\ tn$$

El punto de aplicación es a 1.72 m.

Empuje pasivo:

$$k_p = \tan(45 + \frac{32.50}{2})^2 = 3.255$$

$$E_p = \frac{1}{2} * 3.255 * 1.8 * 1.4^2 = 5.74\ tn$$

El punto de aplicación es a 0.47 m.

Empuje de sobrecarga

$$E_{s/c} = 0.4 * 5.15 * 0.3072 = 0.6329\ tn$$

El punto de aplicación es a 2.58 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

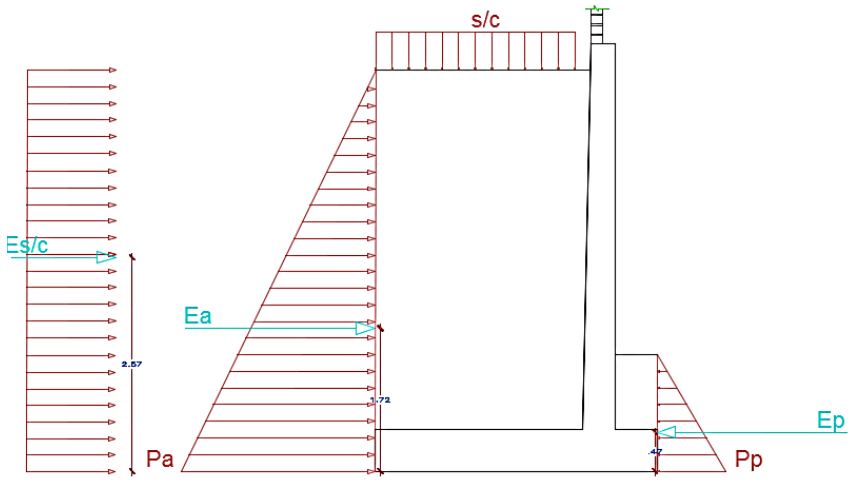


Figura 114 - Fuerzas distribuidas actuante sobre el muro en voladizo (Fuente: propia)

Empuje activo dinámico

Para:
Ø= 32.50°
δ = 0

$$\Psi = \tan^{-1}\left(\frac{0.175}{1-0.117}\right) = 0.196$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.4-0.3}{5.15-0.5}\right) = 0.0215$$

$$k_{ae} = 0.448$$

$$E_{ae} = \frac{1}{2} * 0.448 * 1.8 * 5.15^2(1-0.117) = 9.441\ tn$$

Empuje pasivo dinámico

$$k_{pe} = 2.561$$

$$E_{ae} = \frac{1}{2} * 2.561 * 1.8 * 5.15^2(1-0.117) = 1.649\ tn$$

Paso 03: Estabilidad al vuelco

Se hace el análisis para ambas condiciones:

3.1. Condiciones estáticas

$$F.S._{volc} = \frac{54.95}{14.22} = 3.86\ \geq 1.5$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2. Condiciones dinámicas

$$F.S._{volc} = \frac{54.95}{16.37} = 3.36 \geq 1.2$$

Paso 04: Estabilidad al deslizamiento

4.1. Condiciones estáticas

$$F.S._{desliz} = \frac{30.92}{7.33} = 4.22 \geq 1.5$$

4.2. Condiciones dinámicas

$$F.S._{desliz} = \frac{30.92}{8.58} = 3.60 \geq 1.2$$

Paso 05: Revisión por capacidad de carga

Capacidad portante

Para: B=2.40

$$q_u = 2.99\ tn/m2$$

5.1. Condiciones estáticas

$$e = \frac{3.4}{2} - \frac{40.73}{29.72} = 0.33 \leq 0.57$$

$$q_{max} = \frac{29.72}{3.4}\left(1 + \frac{6 * 0.33}{3.4}\right) = 13.82\frac{tn}{m2}$$

$$q_{min} = \frac{29.72}{3.4}\left(1 - \frac{6 * 0.33}{3.4}\right) = 3.66\frac{tn}{m2}$$

$$29.90 \geq 13.82$$

5.1. Condiciones dinámicas

$$e = \frac{3.4}{2} - \frac{39.45}{29.72} = 0.37 \leq 0.57$$

$$q_{max} = \frac{29.72}{3.4}\left(1 + \frac{6 * 0.37}{3.4}\right) = 14.09\frac{tn}{m2}$$

$$q_{min} = \frac{29.72}{3.4}\left(1 - \frac{6 * 0.37}{3.4}\right) = 3.39\frac{tn}{m2}$$

$$29.90 \geq 14.09$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Paso 06: Diseño de pantalla

Calculamos las cargas directas en la pantalla:

Empuje activo

$$E_a = \frac{1}{2} .3072 * 1.8 * 4.65^2 = 5.98\ tn$$

Empuje de sobrecarga

$$E_{s/c} = 0.4 * 4.65 * 0.3072 = 0.57\ tn$$

6.1. Chequeo por cortante

Verificamos al corte para una resistencia de 210 kg/cm2.

$$V_{du} = 1.7 * (5.98 + 0.57) = 11.14\ tn \leq 19.20\ tn$$

6.2. Diseño por flexión

Ma	10.26 tn.m
Ms/c	1.47 tn.m
Mn	19.95 tn.m

Dividimos en tres partes porque la sección es variable:

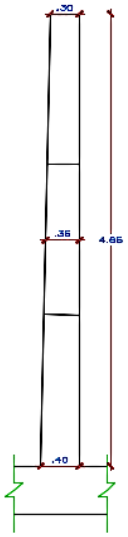


Figura 115 - Diseño de pantalla (Fuente: propia)

	PARTE 1		PARTE 2		PARTE 3	
Espesor(cm)	30		35		40	
As (cm2)	23.73		18.98		15.91	
	Cara Interior	**Cara Exterior**	**Cara Interior**	**Cara Exterior**	**Cara Interior**	**Cara Exterior**
As (cm2)	7.91	15.82	6.33	12.65	5.30	10.61
Barra	5/8		5/8		5/8	
s calc	0.250	0.125	0.313	0.156	0.373	0.187
s usar	0.25	0.15	0.3	0.15	0.35	0.2

Usaremos:

Refuerzo horizontal	
Cara externa	Ø5/8”@0.15
Cara interna	Ø5/8”@0.25
Refuerzo vertical	
Ø5/8”@0.25	

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Paso 07: Diseño de zapata

Calculamos las presiones en la puntera (derecha) y talón (izquierda).

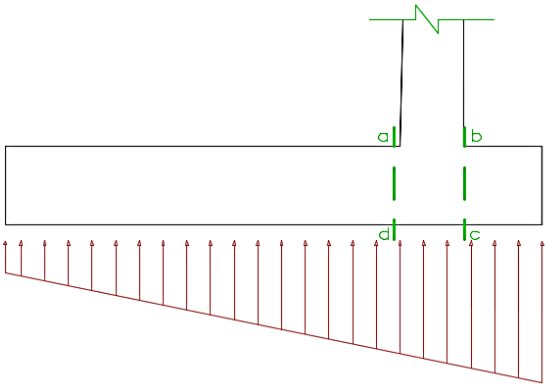


Figura 116 - Diseño de zapata (Fuente: propia)

PUNTERA		**TALON**	
q a-d (tn.m2)	12.77	**q b-d (tn.m2)**	11.43
Mn a-d (tn.m)	2.95	**Mn b-c (tn.m)**	9.25
Refuerzo longitudinal			
As (cm2)	8.1	**As (cm2)**	8.1
Barra	5/8	**Barra**	5/8”
Espaciamiento (m)	0.24	**Espaciamiento(m)**	0.24
Refuerzo transversal			
As (cm2)	9	**As (cm2)**	9
Barra	5/8”	**Barra**	5/8”
Espaciamiento (m)	0.22	**Espaciamiento (m)**	0.22

Usaremos:

Refuerzo longitudinal
Ø5/8”@0.20
Refuerzo transversal
Ø5/8”@0.20

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

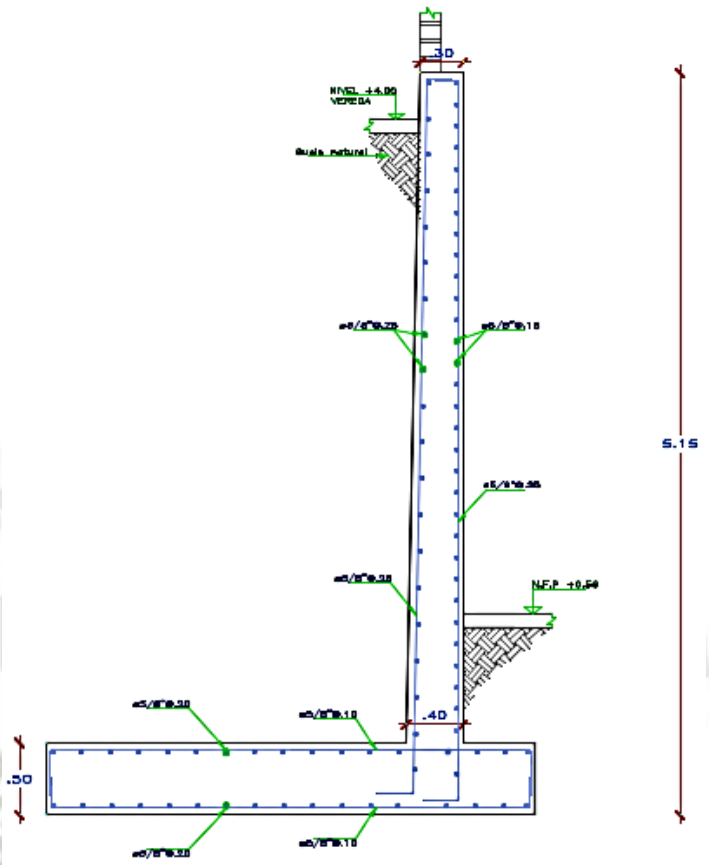


Figura 117 - Armado de muro en voladizo, acero longitudinal y transversal en pantalla y zapata (Fuente: propia)

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 XVI

DISEÑO DE PISCINA Y POLIDEPORTIVO

15.1. Concepto

En el área recreativa del proyecto se ubica una piscina semiolímpica de recirculación ubicada en la parte posterior del SUM y el polideportivo ubicado a lado de la piscina y en la parte posterior al patio de honor, ambos tendrán una cobertura de techo que será sostenida por un sistema de pórticos (viga-columna) que serán modelados y diseñados aislados a vestidores, aulas y otras zonas que tengan que albergar.

En el presente capítulo se realizará el diseño de las estructuras que las componen como son:

- Piscina
- Cisterna
- Cuarto de máquinas
- Graderías
- Losa deportiva
- Estructura portante de la cobertura de techo

Para la piscina se tiene un área de vestidores ubicada al frente que estará separado por una junta sísmica y tendrá un sistema de pórticos compuesto por viga, columnas y losa aligerada.

15.2. Diseño la piscina

La piscina es de 12.50 x 25.00 y una altura de 1.60 m y estará totalmente enterrada. Está compuesta por una losa de fondo y paredes que estarán expuesto a empujes del terreno y del agua.

15.2.1. Consideraciones de diseño

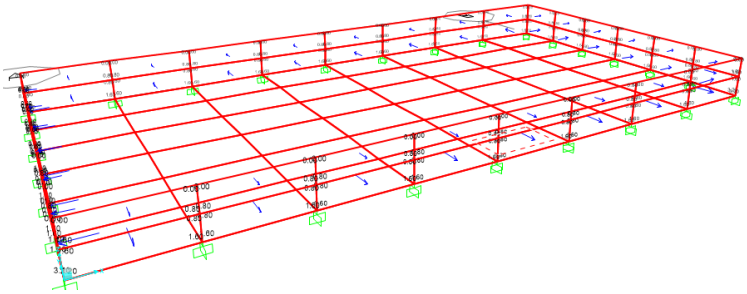
Para el diseño se va a modelar en el programa SAP2000v.15 donde el área interior de las paredes está sometida a presiones del agua, el área interior a presiones de tierra y al peso del agua en la losa de fondo. Se observaron tres casos el empuje neto del suelo, empuje neto del agua y las acciones de ambos.

Según la norma E060 Capítulo 9 las cargas provenientes de empuje deben mayorarse en un factor de 1.7.

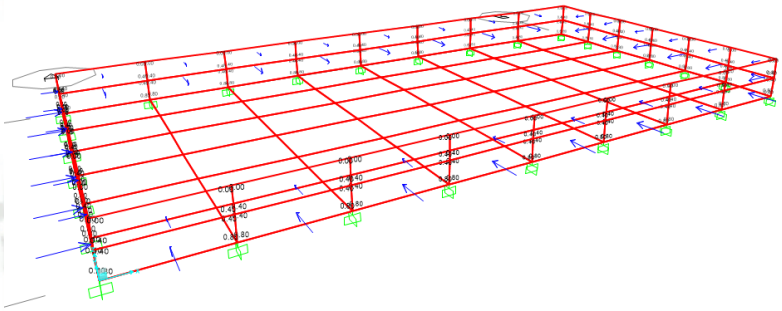
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

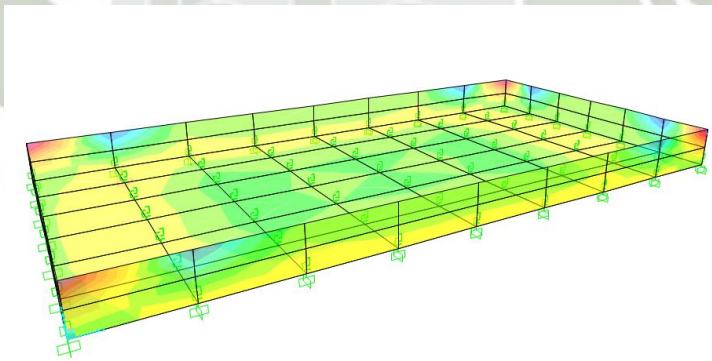


Presión del agua



Presión del suelo

Se obtuvieron resultados más altos para el empuje neto del suelo, con los cuales diseñaremos paredes y losa de fondo como losas macizas apoyadas en sus cuatro extremos que se explica en Capítulo IX.



15.2.2. Diseño de las paredes

	Lado mayor	Lado menor
b (cm)	100	100
h (cm)	25	25
d (cm)	20	20
Mu (kg.m)	96.906	110.6799
Cuantía	0.0001	0.0001
As mínimo (cm2)	4.5	4.5
As (cm2)	0.13	0.15
As a usar (cm2)	4.5	4.5

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para un mejor control de grietas optaremos por un refuerzo de 3/8 a doble malla, para el cual, tenemos un espaciamiento de 1.42/4.5=0.316 cm.

Se decide colocar doble malla de Ø3/8@ 0.25 m.

15.2.3. Diseño de losa de fondo

b (cm)	100
h (cm)	20
d (cm)	15
Mu (tn.m)	136.938
Cuantía	.0001
As mínimo (cm2)	3.6
As (cm2)	0.19
As a usar (cm2)	3.6

Para un refuerzo de Ø3/8 tenemos un espaciamiento de 0.71/3.6*100=0.198 cm.

Se decide colocar una malla de Ø3/8@0.20m.

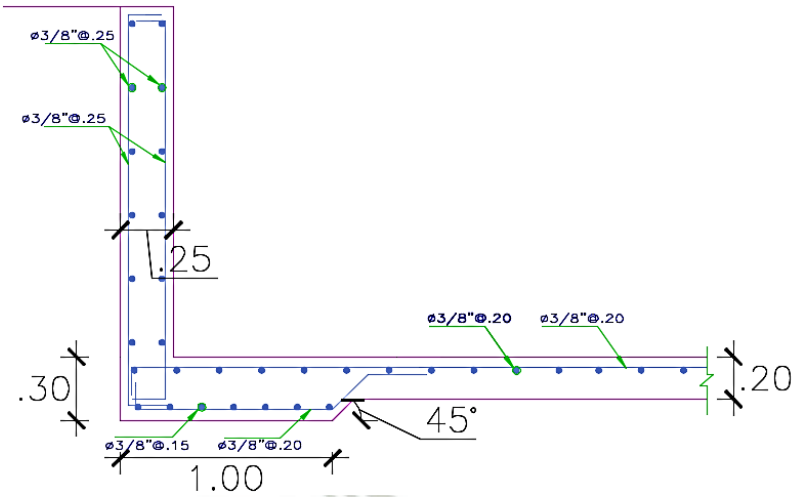


Figura 118 - Armado de piscina, acero longitudinal y transversal (Fuente: propia)

15.3. Diseño de cisterna

La cisterna está compuesta por muros de concreto armado en su perímetro y por losas en sus extremos superior e inferior; y estará enterrada De la misma manera que para la piscina los muros sirven para contener las presiones laterales provenientes del suelo y del agua; además, se toman en cuenta la reacción de losa de fondo y la sobrecarga en la tapa. La cisterna estará dividida en dos celdas de 50m3 de capacidad cada 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

15.3.1. Consideraciones de diseño

Para el diseño se toman en cuenta las peores condiciones a las que estarán expuestos:

- Para los muros colindantes se diseñará cuando la cisterna se encuentra vacía.
- Para el muro divisorio de celdas se diseñará para un nivel máximo de agua.

Tenemos los siguientes datos:

Ancho de la cisterna	9.6	m
Longitud	3.7	m
Altura del agua	1.8	m
Borde libre	0.5	m
Altura total	2.3	m
Espesor losa inferior	0.2	m
Espesor losa superior	0.2	m
Espesor paredes laterales	0.2	m
Peso específico del agua	1000	kg/m3
Peso específico del terreno	1800	kg/m3
Capacidad portante	3	kg/cm2
Fy	4200	kg/cm2
f'c	210	kg/cm2
Angulo de fricción	34.3	°

15.3.2. Diseño de muro de cisterna

Caso 01: Muro perimetral

Calculamos para el caso de la cisterna vacía:

$$ka = \tan\left(45 - \frac{34.3}{2}\right)^2 = 0.28$$

$$Ea = 1.8 * \frac{2.3^2}{2} * 0.28 = 1.33 \frac{tn}{m}$$

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

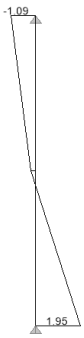
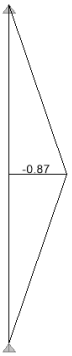
	

Diagrama de Fuerza Cortante (DFC)	Diagrama de Momento Flector (DMF)

Caso 02: Muro divisorio

Calculamos para el caso de la cisterna vacía:

$$ka = \tan\left(45 - \frac{0}{2}\right)^2 = 1$$

$$Ea = 1.* \frac{1.8^2}{2} * 1 = 1.62 \frac{tn}{m}$$

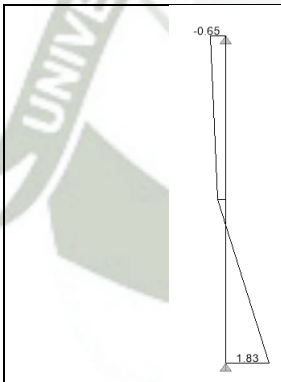
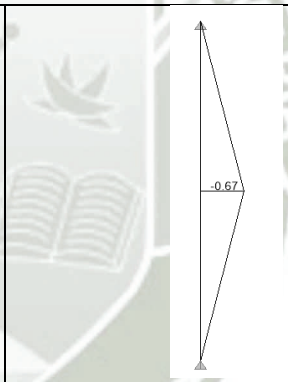
	

Diagrama de Fuerza Cortante (DFC)	Diagrama de Momento Flector (DMF)

Diseño por corte

Para un ancho referencial de 100cm y un espesor de 20 cm la resistencia al corte es:

$$\emptyset Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 100 * 15 = 9.56\ tn$$

Resulta:

$$\emptyset Vc > Vu$$

La sección es adecuada para ambos casos.

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

b (cm)	100
h (cm)	20
d (cm)	15
Mu (tn.m)	0.67
Cuantía	.0008
As mínimo (cm2)	3.6
As (cm2)	1.24

Se usarán, para ambos casos, dos capas de Ø3/8@0.20 m.

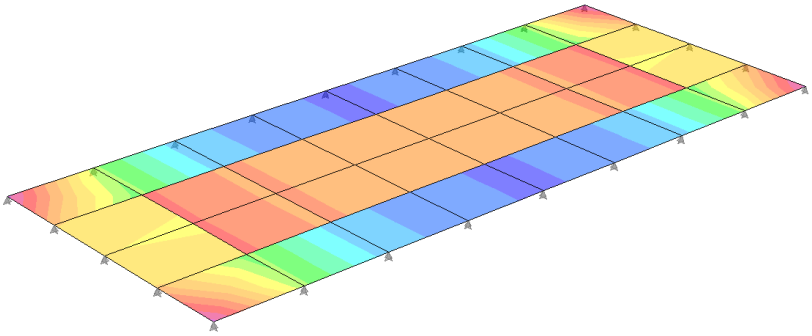
15.3.3. Diseño de tapa de cisterna

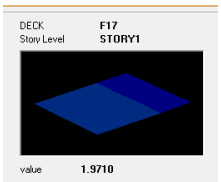
Para el diseño de tapa cisterna se hizo el metrado de cargas de las cargas actuantes:

Carga Muerta	580 kg/m2
Peso Propio Losa Maciza (h=20cm)	480 kg/m2
Piso Terminado	100 kg/m2
Carga Viva	400 kg/m2
Sobrecarga	400 kg/m2

Diseño por corte

Al igual que en el acápite 15.5.2. tomamos un ancho referencial de 100cm para un espesor de 20 cm. Calculamos la resistencia al corte que es igual a 13.06 tn.





$$\emptyset Vc > Vu = 1.97tn$$

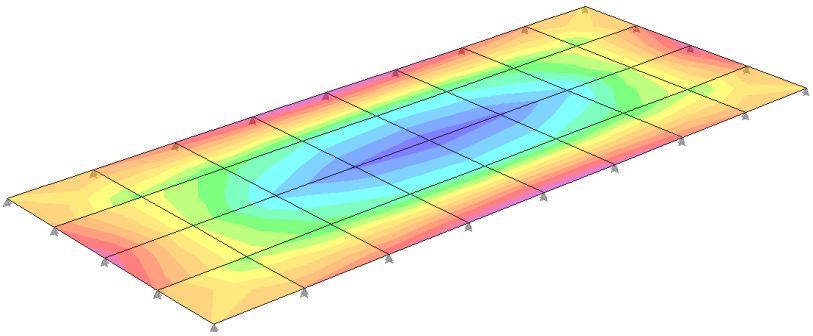
La sección es adecuada.

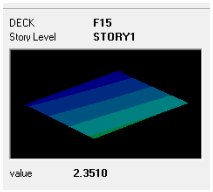
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por flexión





Para un ancho referencial de 100 cm, espesor de 20 cm y el momento último obtenido de 2.35 tn.m.

b	100cm
h	20 cm
d	15 cm
Mu	2.35 tn.m
Ku	10.44
Cuantía	0.003
As	4.48 cm2

Si reforzamos cada 25 cm necesitaremos un área de 4.48/4=1.12 cm2, por lo tanto, colocamos Ø1/2@25cm.

15.3.4. Diseño de losa de fondo

Para la losa fondo tendrá 20 cm de espesor y un refuerzo de Ø3/8@25 cm.

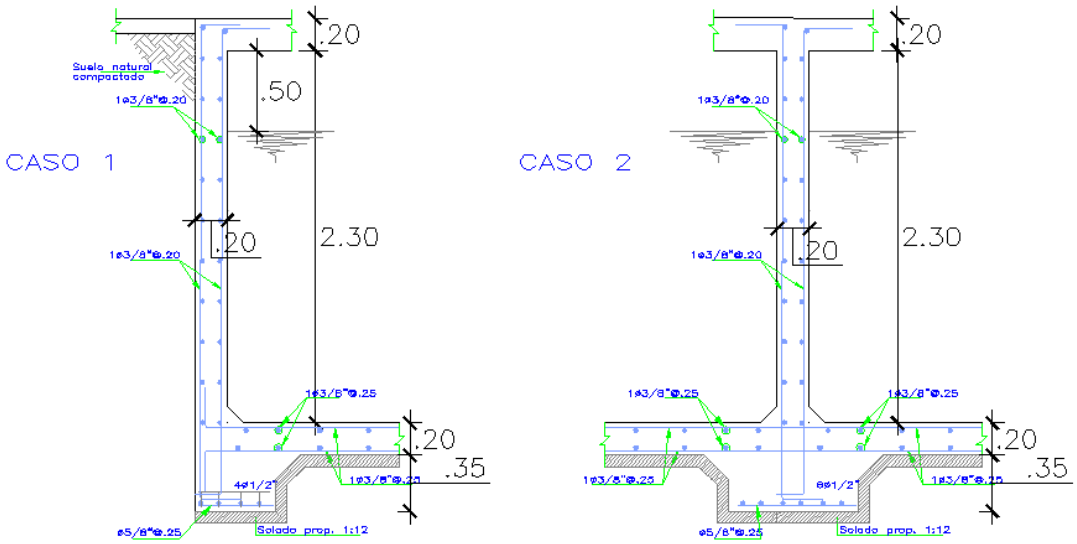


Figura 119 - Armado de cisterna, acero longitudinal y transversal - caso 01 y 02 (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

15.4. Diseño de cuarto de máquinas

El cuarto de máquinas es aquel que alberga el equipo necesario para el sistema de agua temperada, recirculación y la cloración de la piscina. Se encuentra, al igual que la cisterna, enterrado; tiene dimensiones 6.4x7.00 (incluyendo la zona de la escalera).

Está compuesta por muros de concreto armado, los cuales resisten el empuje del terreno, y losas macizas, que resisten cargas distribuidas en su área.

15.4.1. Diseño de muros

Como está expuesto a cargas de empuje provenientes del suelo, se asumirá el mismo diseño que para el caso de la cisterna en el Caso 1.

Por lo tanto, se usará una doble malla de Ø3/8@20cm y un espesor de 20 cm.

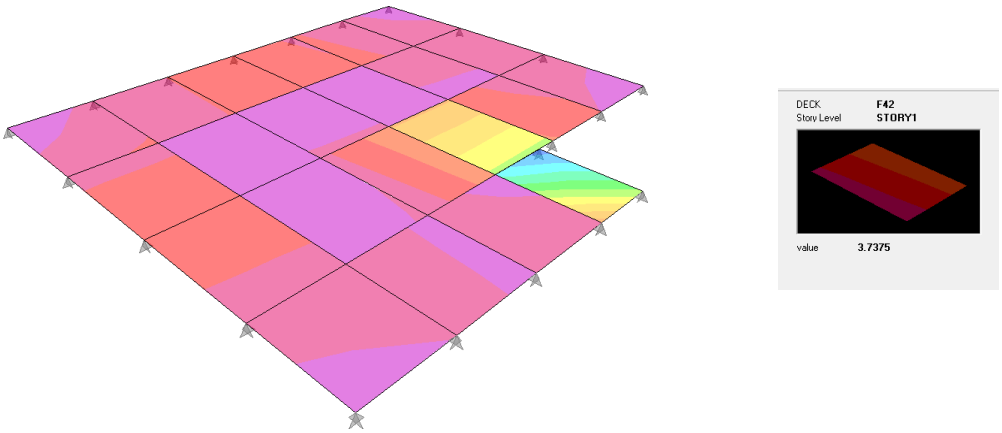
15.4.2. Diseño losas inferior y superior

Para la losa superior la carga viva es de 750 kg/m2 porque en el nivel superior se ubica el cuarto de almacenamiento solar.

Carga Muerta	580 kg/m2
Peso Propio Losa Maciza (h=20cm)	480 kg/m2
Piso Terminado	100 kg/m2
Carga Viva	750 kg/m2
Sobrecarga	750 kg/m2

Diseño por corte

Tenemos que la resistencia al corte que es igual a 13.06 tn.



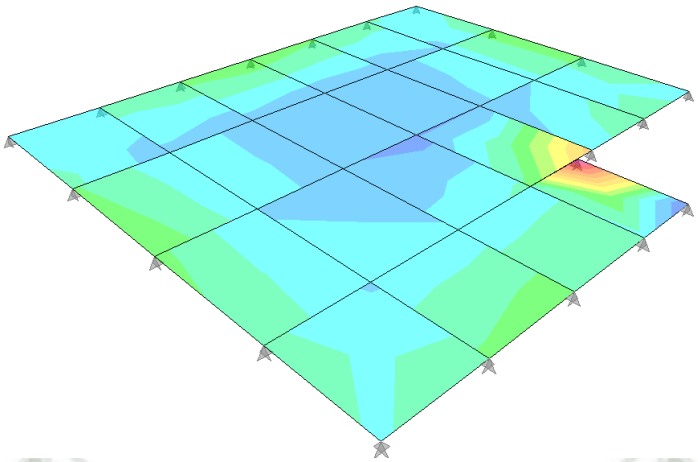
Obtenemos que Vu=3.74 tn < ØVc, cumple lo solicitado.

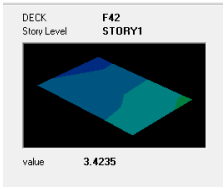
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Diseño por flexión





b	100cm
h	20 cm
d	15 cm
Mu	3.42 tn.m
Ku	15.2
Cuantía	0.0044
As	6.63 cm2

Usaremos un refuerzo de 6.63/6=1.105 cm2, por lo tanto, colocamos Ø1/2@15cm.

Para la losa inferior se usará un refuerzo de Ø1/2@20cm y un espesor de 20 cm.

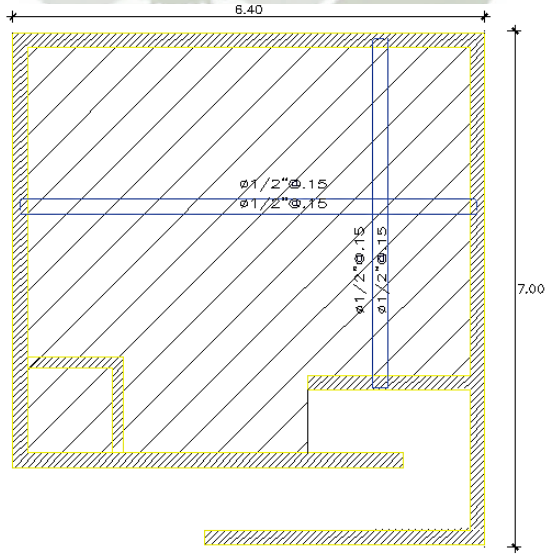


Figura 120 - Armado de losa maciza superior de cuarto de máquinas (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

15.5. Diseño de graderías

Para el polideportivo y piscina se usarán graderías para el público espectador. En su mayoría estarán apoyadas en material de relleno y serán de 5 a 8 peldaños.

Tomaremos como ejemplo las graderías del Polideportivo de 8 peldaños, de 6.90 x 15.90 m.

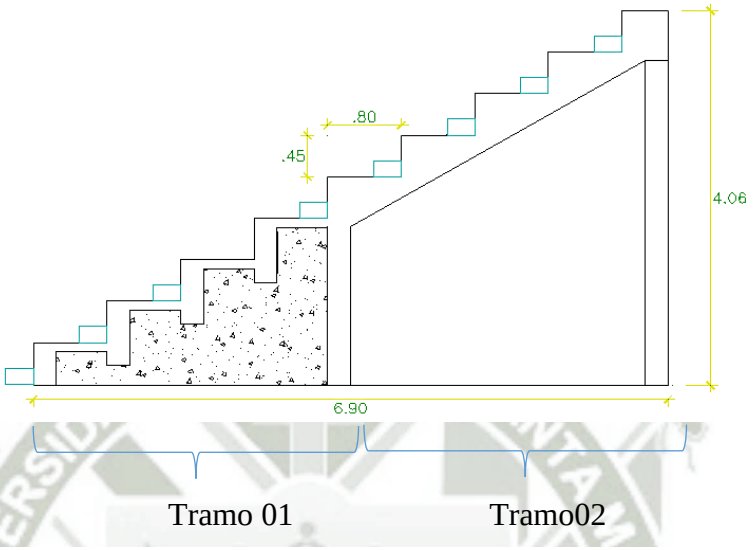


Figura 121 – Vista en elevación de gradería de polideportivo (Fuente: propia)

Tenemos dos claros de 3.40m y 11.75m. Se colocaron vigas de 70 cm de peralte y 20 cm de ancho. Se diseñarán en tres partes: el tramo 1, tramo 2 y la pequeña losa en el tramo 1 de 0.55m.

Pequeña losa

Para la losa se diseñará como losa maciza para un ancho tributario de 100 cm, para el cual realizaremos el metrado:

Carga Muerta		460 kg/m2
Peso Propio	2400kg/m3 x 0.15m	360 kg/m2
Piso Terminado	100kg/m2	100 kg/m2
Carga Viva		500 kg/m2
Sobrecarga	500 kg/m2	500 kg/m2

El cálculo nos pide un refuerzo mínimo, por lo tanto, se colocará un refuerzo de 4Ø3/8.

Tramo 1

Lo modelaremos como una viga de dos claros apoyada sobre material de relleno, para el cual realizamos el metrado previo:

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 Muerta		548 kg/m
Peso Propio	2400kg/m3 x 0.80m x 0.15m	288 kg/m
	2400kg/m3 x 0.30m x 0.25m	180 kg/m
Piso Terminado	100kg/m2 x 0.80 m	80 kg/m
Carga Viva		400 kg/m
Sobrecarga	500 kg/m2 x 0.80m	400 kg/m

Los valores que obtuvimos son mínimos, por lo tanto, el refuerzo es mínimo que consta de 4Ø1/2" en toda su longitud.

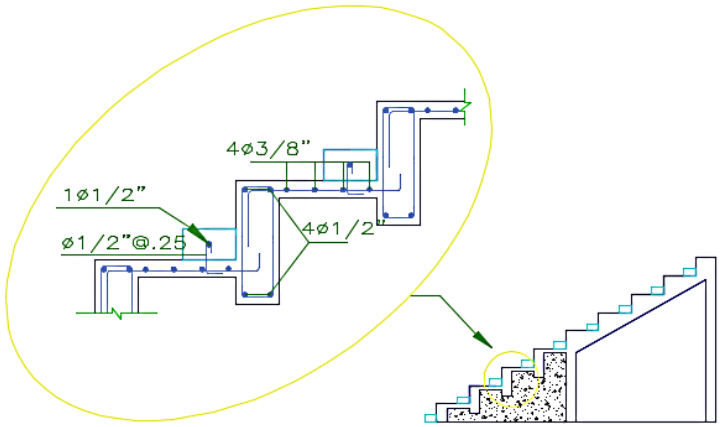


Figura 122 -. Armado de tramo 01 de graderías de Polideportivo – Vista en elevación (Fuente: propia)

Tramo 2

Se diseñará de la misma manera que una escalera, como se hizo en el Capítulo XVII. El refuerzo calculado es el siguiente:

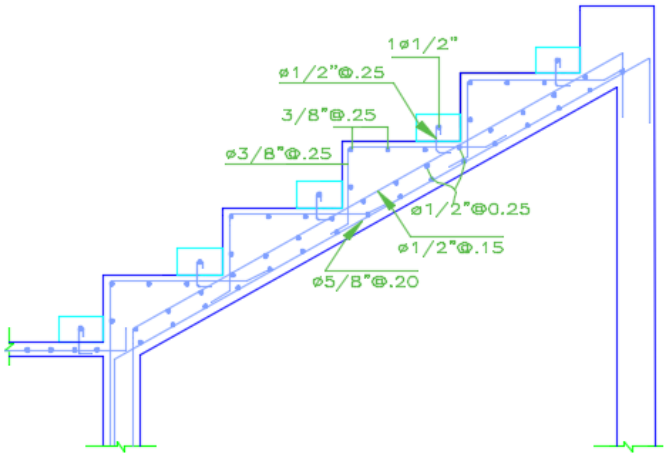


Figura 123 - Armado de tramo 02 de graderías de Polideportivo – Vista en elevación (Fuente: propia)

15.6. Diseño de losa deportiva

Corresponde al polideportivo y se diseñará de la misma manera que para las losas de patios procedimiento descrito en el Capítulo XIX 18.3.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO XVII

DISEÑO DE OBRAS ADICIONALES

16.1. Concepto

En este capítulo desarrollaremos el diseño de aquellas obras que complementan la infraestructura, como son:

- Cajas de ascensor
- Caseta de control
- Puente de interconexión entre pabellones
- Cafetería
- Servicios Higiénicos

Ambientes que están dispuestos adecuadamente para uso de los usuarios. Su diseño se realizará a los capítulos antes descritos.

16.2. Diseño de Caja de ascensor

Para el proyecto se han proyectado 02 ascensores, tomaremos como ejemplo el ascensor 01 para uso del pabellón 01. El ascensor contempla el diseño de la cabina y la casa de máquinas ubicada encima de la losa del ascensor.

Las losas del piso y techo serán losas macizas para evitar infiltraciones de agua y por la sobrecarga viva debido a las máquinas que estarán permanentemente (s/c=100kg/cm2)

Para efectuar el análisis se ha modelado la estructura.

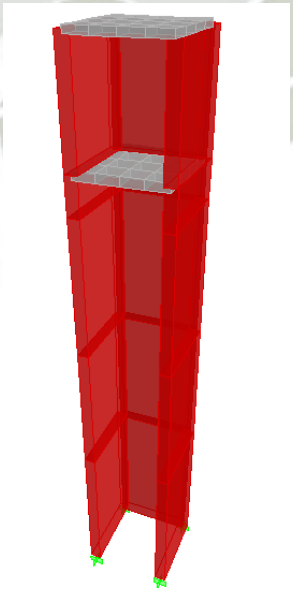


Figura 124 – Modelado de ascensor 1 en programa ETABS – Vista 3D (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

16.2.1. Diseño del ascensor

El ascensor consta de muros de concreto armado en su perímetro, los cuales se diseñarán como se explicó en Capítulo XII. Colocaremos un reforzamiento vertical de doble malla de Ø3/8 @ 0.20 m.

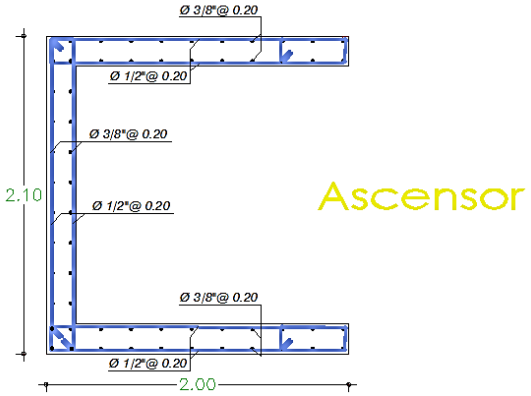


Figura 125 - Armado de ascensor típico, acero longitudinal y transversal (Fuente: propia)

16.2.2. Diseño de la casa de máquinas

La casa de máquinas está compuesta por muros estructurales que tendrán el mismo refuerzo que la cabina del ascensor y losas en el piso y techo que serán diseñadas como losas macizas como se hizo para el caso de la cisterna. El refuerzo a colocar para la losa de piso es de Ø3/8 @ 0.20 m y losa superior Ø3/8 @ 0.25 m.

16.3. Caseta de control

La caseta de control está ubicada en el ingreso por la Av. Marina para uso de la seguridad del colegio. Sus dimensiones son de 2.80 x 3.70 m con un techo a un agua.

El diseño de los elementos estructurales se realizará como se sigue en los Capítulos XI (Columnas), X (Vigas) y VIII (Losas aligeradas). Siendo los resultados los siguientes:

- 04 columnas de 15x20 con un refuerzo de 4Ø3/8”
- Vigas de 15x20

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

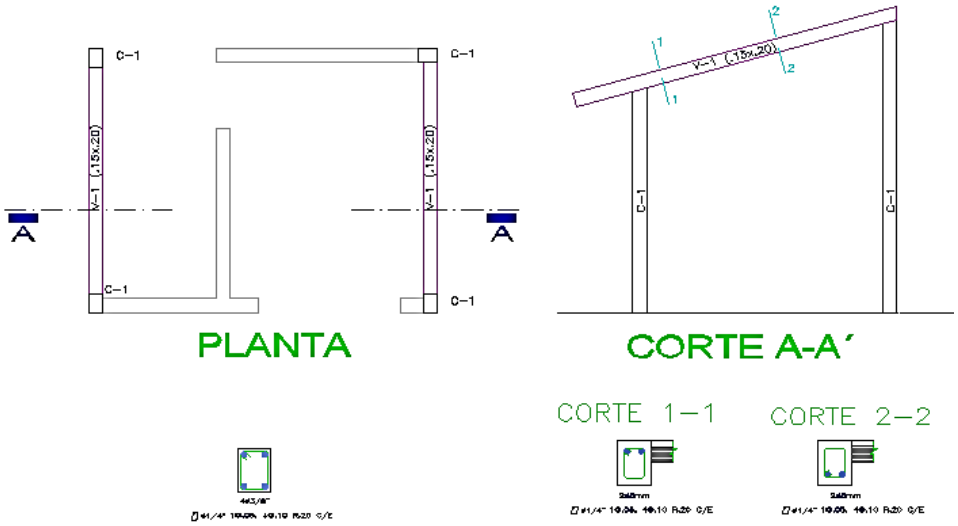


Figura 126 - Detalles de estructuras de caseta de control (Fuente: propia)

16.4. Puente de interconexión de pabellones

Destinado a la conexión de los pabellones 02, 03, 04 y 05, al que también se encuentran unidos las escaleras y ascensor 02.

Tiene un sistema aporticado para el cual el diseño se realizada como se indica en los Capítulos XI (Columnas), X (Vigas) y VIII (Losas aligeradas). Los resultados se indican en los planos E-29 y E-30

16.5. Cafetería y Servicios Higiénicos

Estructura de un nivel para el cual usó un sistema de muros de albañilería portantes en ambas direcciones el cual se diseñó como indica el Capítulo XIII (Muros confinados).

El diseño se plasma en los planos E-17 y E-18 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

CAPITULO XVIII

DISEÑO DE ESCALERAS Y RAMPAS

17.1. Concepto.

Las escaleras y rampas son los elementos de la estructura que conectan un nivel con otro. La comodidad que brindan al usuario depende en gran medida de su inclinación. En este sentido, es recomendable una inclinación de 20° a 50°. Para pendientes menores lo usual es emplear rampas.

Las escaleras presentan diferentes tipos de secciones. Los pasos miden entre 25 y 30 cm. y los contrapasos entre 16 y 19 cm. Como regla práctica se considera que una escalera bien proporcionada si cumple la siguiente relación. (Fuente Norma. A0.10. del R.N.E.)

$$61\ cm\ \leq 2\ cp + p\ \leq 64\ cm$$

Donde:
cp: Longitud del contrapaso (cm)
p: Longitud del paso (cm)

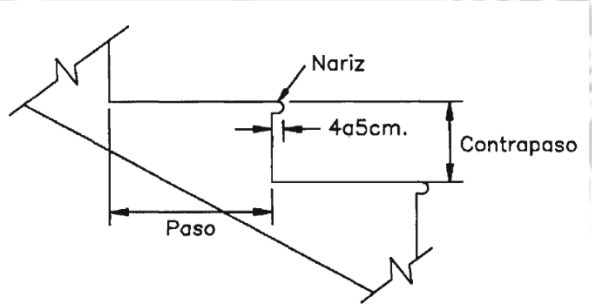


Figura 127 - Sección de una escalera (Fuente: "Diseño de Estructuras de Concreto Armado" – Teodoro Harmsen)

17.2. Consideraciones de diseño.

Diseño por flexión

Para determinar la cuantía de acero necesaria por flexión se debe calcular el factor Ku, mediante la siguiente expresión:

$$Ku = \frac{Mu}{b \cdot d^2}$$

Donde:
Mu: Momento ultimo
b: Es el ancho de la sección
d: Es el peralte efectivo de la sección

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Mediante el uso de tablas de cuantías en función de Ku y f'c, se obtiene la cuantía necesaria "ρ".

Para determinar el área de acero de refuerzo requerida, se hará con la siguiente expresión:

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

Diseño por corte:

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

Donde:
d: Peralte efectivo
bw: Ancho de la sección
f'c: Resistencia característica del concreto

17.3. Ejemplo de diseño de una escalera

Se toma ejemplo las escaleras que unen el nivel 01 y 02 de los pabellones destinados a aulas.

Basándonos en el pre dimensionamiento descrito en el capítulo 10.6 calculamos los espesores, pasos y contrapasos obteniendo las siguientes dimensiones:

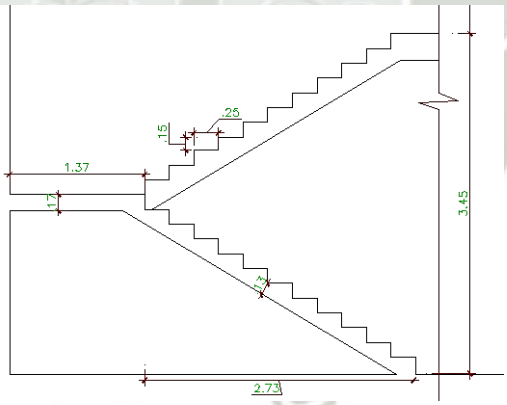


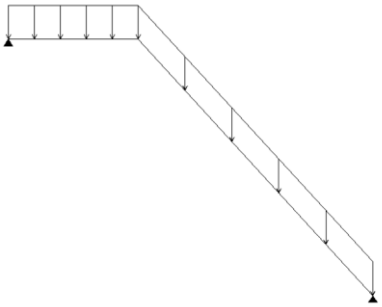
Figura 128 - Escalera típica – Vista en elevación (Fuente: propia)

Se modelará como una viga simplemente apoyada sometida a una carga última amplificada (wu)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Del metrado de cargas se obtiene la carga muerta y viva para el tramo inclinado y el descanso,

Tramo inclinado	P.P.	0.544 tn/m	S/C	0.4 tn/m
	Acabado	0.1 tn/m		
	C.M.	0.644 tn/m	C.V.	0.4 tn/m
Descanso	P.P.	0.360 tn/m	S/C	0.4 tn/m
	Acabado	0.1 tn/m		
	C.M.	0.460 tn/m	C.V.	0.4 tn/m

Realizado el análisis estructural obtenemos el diagrama de momento flector (DMF) y diagrama de fuerza cortante para la carga última (wu):

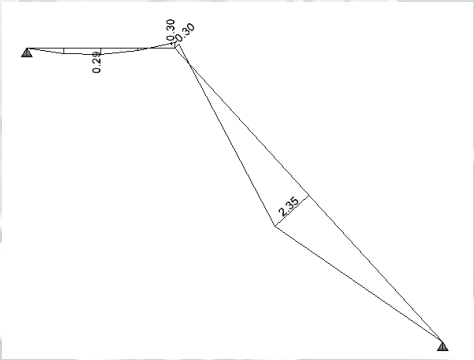


Diagrama de momento flector

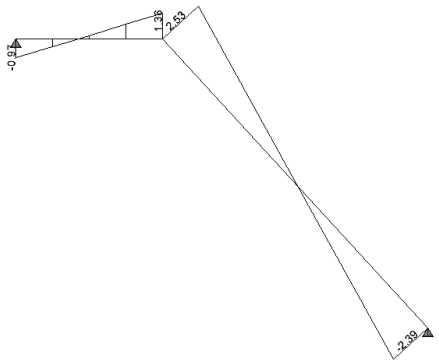


Diagrama de fuerza cortante

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

17.3.1. Diseño por flexión

Se calcula el acero mínimo:

$$A_{smin} = 0.0018bd = 0.0018 * 100 * 10.36 = 1.866\ cm^2$$

Del DMF se obtiene un Mu= 3.72 tn.m, a partir de donde calculamos el acero necesario para un espesor de 13 cm y una base referencial de 100 cm.

$$K_u = \frac{M_u}{bd^2} = \frac{2.35}{1 * 0.104^2} = 21.87 \qquad Ku = 21.87 \rightarrow \rho = 0.0065$$

Refuerzo positivo

Para una cuantía de 0.0088 le corresponde un acero de:

$$As = \rho bd = 0.0065 * 100 * 10.36 = 6.77\ cm^2$$

Se decide colocar 10 Ø ½" a una distancia de:

$$s = \frac{1.45 - 0.0127}{5} = 0.1597\ m$$

Se usará 10 Ø ½" a 15 cm

Refuerzo negativo

Para el momento negativo:

$$^{-}As = \frac{^{*}As}{3} = 3.27\ cm^2$$

Se decide colocar 6 Ø 3/8" a una distancia de:

$$s = \frac{1.45 - 0.00953}{} = 0.2881\ m$$

Se usará 6 Ø 3/8" a 0.25 cm

Refuerzo transversal

Se toma el acero mínimo que es igual a 1.87 cm^2. Para un Ø 3/8" un espaciamiento de $\frac{0.713}{1.87} = 0.3812\ m$

Se usará Ø 3/8" a 0.30 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

17.3.2. Diseño por corte

Se verificará un valor de Vu= 2.53 tn. Tenemos que:

$$Vc = 0.53\sqrt{210} \cdot 100 \cdot 10.36 = 7.96\ tn$$

Por lo tanto:

$$V_c > V_u \qquad Cumple$$

Como resultado se muestra:

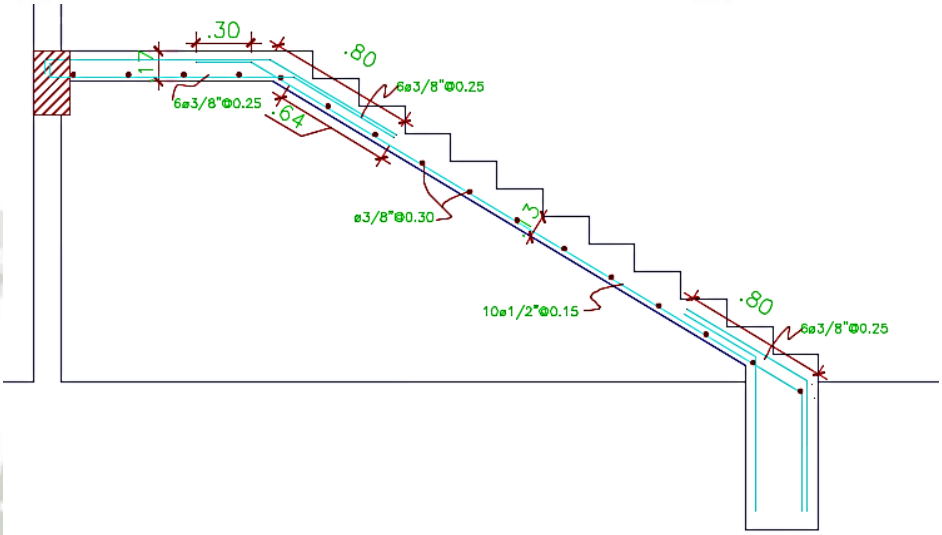


Figura 129 - Armado de escalera típica, acero longitudinal y transversal (Fuente: propia)

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 XIX

DISEÑO DE ELEMENTOS SECUNDARIOS

18.1. Concepto

Son aquellos elementos de concreto que complementan las edificaciones a las que corresponden:

- Patio 01 y 02
- Patio de honor
- Mesa de laboratorios
- Bancas de concreto corrido
- Veredas

18.2. Diseño de patio

En el caso de los patios (Patio 01, patio 02 y patio de honor) tenemos el elemento losa de concreto de resistencia de 175kg/cm2. Estará expuesto a cargas vivas peatonales, provenientes de los usuarios, ocasionalmente estará expuesto a cargas puntuales de impacto por traslado de objetos u otros.

Su diseño se basa en el cálculo del espesor de losa y la distancia entre juntas de dilatación.

Espesor de losa

Simularemos un pavimento rígido para el cual tomaremos el concepto de Ing. Cliffor Older; el cual nos dice que el punto crítico constituye la esquina. Si tenemos una carga puntual en la intersección de la junta con la arista de la losa tiene a romperse como lo indica la figura:

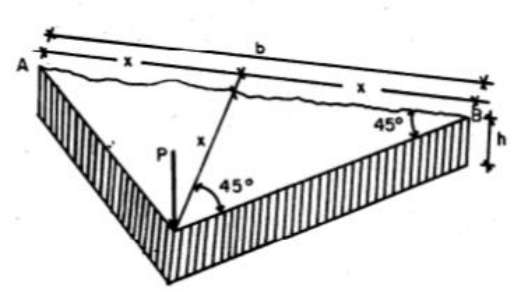


Figura 130 - Carga puntual en arista de losa (Fuente: Vias de comunicación – Ing. Carlos Crespo Villalaz)

El momento actuante es igual al producto de la magnitud de la carga P por la distancia "x" y el momento resistente que está definido por la sigte expresión:

$$P\,x = \frac{S\,I}{C}$$

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde:
S: esfuerzo de trabajo del concreto a flexión que es igual al módulo de ruptura dividido entre dos, puede estimarse en un rango del 12%-15% del f'c
I: momento de inercia transversal en la línea A-B
C: distancia del eje neutro a la fibra más alejada

Si: b= 2x y h = espesor de losa

$$I = \frac{(2x)\ x\ h^3}{12}\ ; C = \frac{h}{2}$$

Igualando momentos, tenemos que:

$$h = \sqrt{\frac{3P}{S}}$$

Para:

- La carga P igual al peso de 4 personas (75kg c/u) 300kg.
- El esfuerzo de trabajo sacaremos un promedio del 15%f'c y 12%f'c ambos divididos entre dos, resulta 11.81 kf/cm2

La altura de losa es igual a 8.72 cm, usaremos uno de 10 cm.

El espesor calculado aplica para todas las losas de patio.

Distancia entre juntas

La distancia entre juntas de contracción será de máximo 3.00 m, la misma que se usará para todas las losas.

Para el patio 01 en la dirección X-X se colocaron cada 2.50 m y en la Y-Y cada 3.00 m, como 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

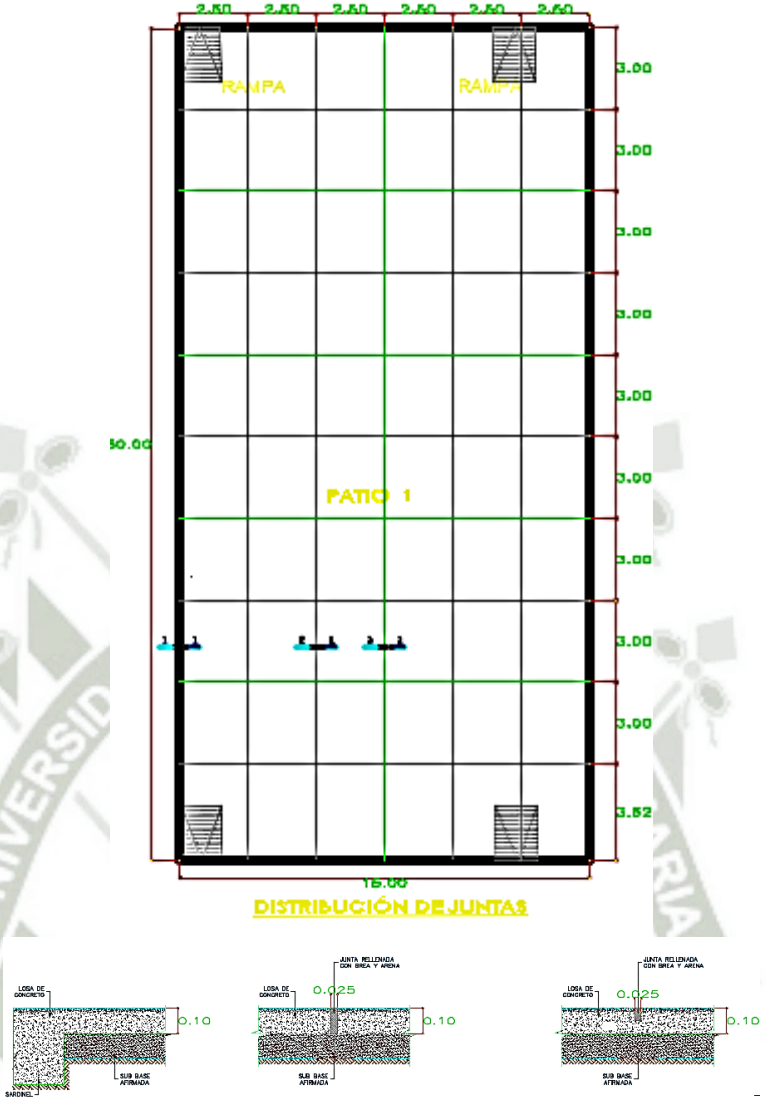


Figura 131 – Detalle de losa de patio (Fuente: propia)

18.3. Mesa de laboratorios

Ubicadas en el nivel 03 del Pabellón 01 en la zona de laboratorios de Biología y Química; y en el Pabellón de talleres.

Tomaremos como ejemplo la mesa ubicada en el Laboratorio de Biología. Tendrá muros de ladrillo de soga y una losa de 10 cm de espesor con refuerzo mínimo.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

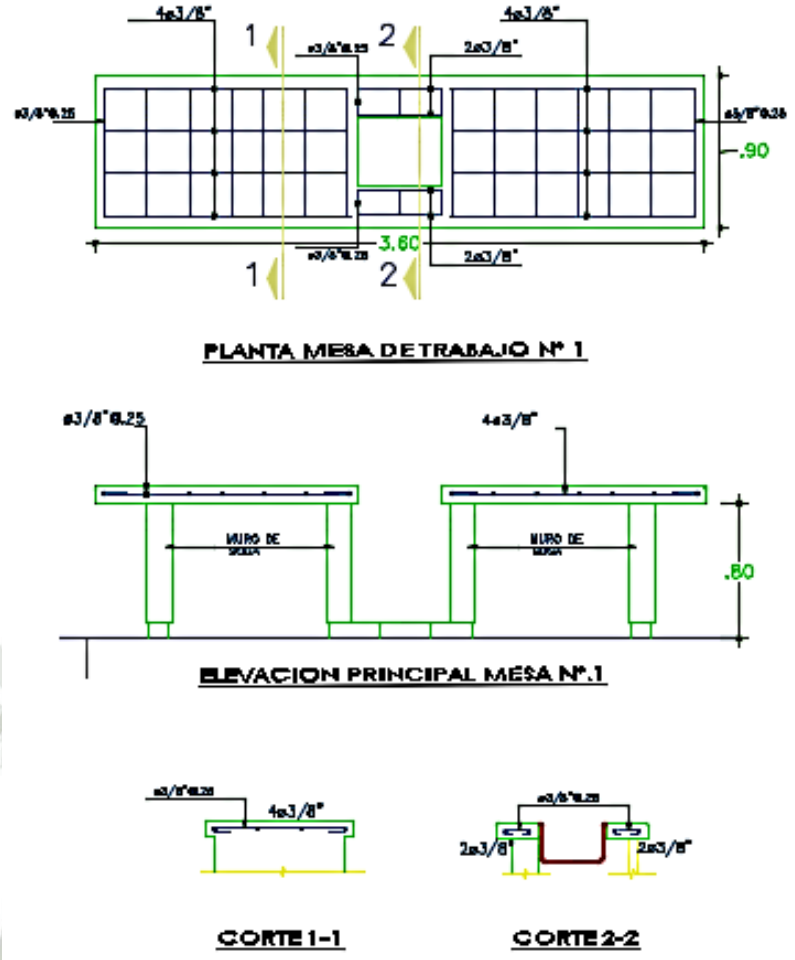


Figura 132 - Detalle de mesa de concreto (Fuente: propia)

18.4. Bancas de concreto corrido

Ubicadas al costado del ingreso secundario y los SS.HH. Tienen una altura de 0.90 m, sin espaldar y de forma ondulada, como se observa:

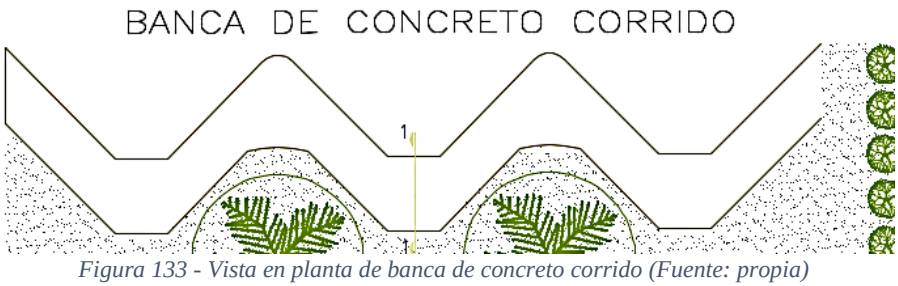


Figura 133 - Vista en planta de banca de concreto corrido (Fuente: propia)

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estará expuesto a cargas de los usuarios, para el cual obtenemos un refuerzo mínimo de Ø3/8@.25 en las losas.

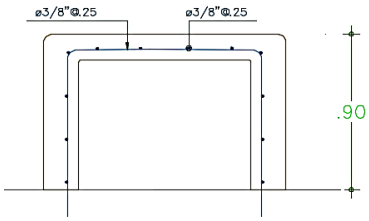


Figura 134 – Detalle de refuerzo de banca de concreto corrido (Fuente: propia)

18.5. Veredas

El diseño se realizará de la misma manera que para el caso de las losas descritas en este capítulo 18.3. Donde el espesor será de 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

CAPITULO XX

DISEÑO DE MUROS NO PORTANTES

19.1. Concepto

Contemplamos el diseño de aquellos elementos que no aportan rigidez a la estructura, que no están unidos al esqueleto del edificio y permiten el desarrollo de las funciones para el cual fue diseñado.

A diferencia de los muros portantes de albañilería, estos elementos no se encuentran arriostrados en sus cuatro lados. Dentro de esta clasificación se consideran los cercos, parapetos, tabiques y alféizar que pueden ser construidos con unidades de albañilería huecas, perforadas o tubulares.

19.2. Consideraciones de diseño

Los muros no portantes se diseñan para fuerzas sísmicas perpendiculares a su plano asociado a su peso, estos deben ser reforzados mediante arriostres a intervalos que satisfagan las exigencias de la norma E070.

Se supondrá como una losa simplemente apoyada en sus arriostres donde actúan cargas sísmicas distribuidas, la magnitud está dada por la siguiente fórmula:

$$w = 0.8ZUC_1\gamma e \qquad (\frac{kg}{cm2})$$

Donde:
$\boldsymbol{C_1}$= coeficiente sísmico que se obtiene de la Tabla N°12 de la NTE E030
$\boldsymbol{\gamma}$= peso volumétrico de la albañilería
$\boldsymbol{e}$= espesor bruto del muro (m)

El momento flector que ocasiona es:

$$M_s = m\, w\, a^2$$

Donde:
m= coeficiente de momento
a= dimensión crítica del paño de la albañilería de (m)
Ambos indicados en la Tabla N°12 de la NTE E070

Se presentan para cuatro casos típicos de arriostre que se presentan en la sigte. imagen:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

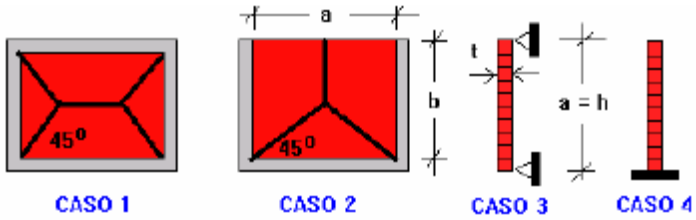


Figura 135 – Casos de confinamiento de alféizar (Fuente: "Comentarios de la norma E 070 Albañilería" – Ángel San Bartolomé)

TABLA 12
VALORES DEL COEFICIENTE DE MOMENTOS "m"
y DIMENSION CRITICA "a"

CASO 1. MURO CON CUATRO BORDES ARRIOSTRADOS

a = Menor dimensión

b/a =	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	3,0	∞
m =	0,0479	0,0627	0,0755	0,0862	0,0948	0,1017	0,118	0,125

CASO 2. MURO CON TRES BORDES ARRIOSTRADOS

a = Longitud del borde libre

b/a =	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	∞
m =	0,060	0,074	0,087	0,097	0,106	0,112	0,128	0,132	0,133

CASO 3. MURO ARRIOSTRADO SOLO EN SUS BORDES HORIZONTALES

a = Altura del muro
m = 0,125

CASO 4. MURO EN VOLADIZO

a = Altura del muro
m = 0,5

Tabla 36 Valores del coeficiente de momentos "m" y dimensión crítica "a" (Fuente: Norma E 070)

Para el diseño se asumen secciones con dimensiones y refuerzos de los cuales se calculará su momento flector resistente y resistencia al corte del concreto. En la siguiente tabla se presentan los valores mencionados:

Tipo de columneta	Dimensiones	Refuerzo	Momento resistente por cara (kg.cm)	Resistencia al corte (kg)
CL1	10x15	2Ø3/8	24690.65	652.84
CL2	15x15	4Ø8mm	104100.97	979.25
CL3	25x15	4Ø 1/2	200387.15	1632.09

Tabla 37. Momento resistente por cara y resistencia al corte (Fuente: Propia)

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 halla el esfuerzo de tracción actuante fm que según la norma E070 debe ser menor a 1.5kg/cm2 y el momento último actuante que debe ser menor al momento resistente.

Además, tenemos los pesos propios (γ e):
Albañilería:

$$1.80 * 0.13 + 2.00 * 0.02 = 0.0274 \ \frac{kg}{cm^2}$$

Concreto armado:

$$2.40 * 0.13 + 2.00 * 0.02 = 0.0352 \ \frac{kg}{cm^2}$$

Y como datos generales:

Z=0.35
U=1.5

19.3. Diseño de alféizar

Los alféizar se encuentran arriostrados en tres lados; en el inferior por la viga o losa, según sea el caso, y en sus extremos laterales por columnetas.

19.3.1. Diseño de alféizar h=1.00m

Corresponde a las ventanas que están en el perímetro del extremo, por lo tanto, le corresponde un C1 = 3. El caso a presentar es la ventana denominada V-11 ubicada en las aulas de los pabellones 02, 03, 04 y 05 que tiene las siguientes características:

Longitud = 3.35 m
Altura de ventana = 2.18 m
Altura de alféizar = 1.00m

Se asume una columneta de arriostre CL1.

19.3.1.1. Revisión de la albañilería

Se analizará para la columneta CL1 de 10x15 y un refuerzo de 2Ø3/8 distribuidos a 1.00m.

La carga distribuida a la que estará expuesto:

$$w = 0.8 \ Z \ U \ C_1 \gamma e = 0.0345$$

Teniendo: a=0.92 m y b=1.00 m, obtenemos la relación b/a=1.09 con la cual nos ubicamos en la tabla N°12 para el caso 2 de la E070 e interpolamos para calcular el valor de “m” que es igual a 0.111.

Entonces tenemos que:

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$M_s = 0.111 * 0.0345 * 1^2 = 38.32\ kg.\frac{cm}{cm}$$

El esfuerzo normal producido por el momento flector "Ms" no puede superar 1.5 kg/cm2. Se calcula por la siguiente expresión:

$$f_m = \frac{6M_s}{t^2} = \frac{6 * 32.44}{13^2} = 1.36\frac{kg}{cm2} < 1.5$$

Cumple con el requerimiento.

19.3.1.2. Diseño de arriostres

Las columnetas a diseñar serán las centrales porque estarán cargadas a las cargas trapezoidales wu1 proveniente de la albañilería y la rectangular wu2 de la columneta.

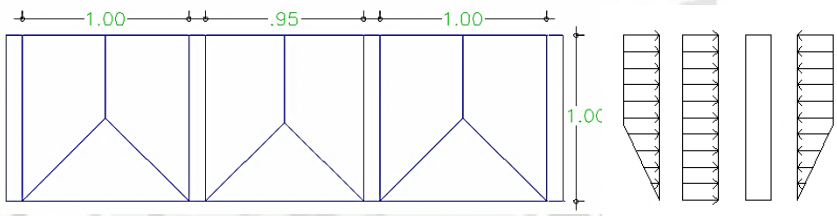


Figura 136 - Distribución de columneta CL1 y cargas actuantes (Fuente: propia)

El diseño se va a realizar amplificando por 1.25 como lo indica el artículo 28.2 de la E070 para que fallen por flexión.

$$wu1 = 1.25\ (0.8 * Z * U * C_1 * 0.0274) * 50 * 2 = 4.32\frac{kg}{cm}$$

$$wu2 = 1.25\ (0.8 * Z * U * C_1 * 0.0352 * 10) = 0.55\frac{kg}{cm}$$

Por lo tanto, el momento último y cortante último será:

$$M_u = 22551.38\ kg.cm < Mr$$

$$V_u = 361.15\ kg < Vc$$

El diseño es correcto. Se emplearán columnetas de 2Ø3/8 con ganchos de ¼ @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

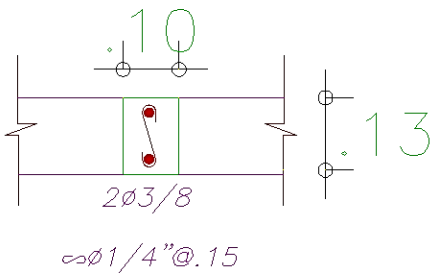


Figura 137 - Armado de columneta de alféizar CL1 (Fuente: propia)

Para todos los alféizares de altura igual a 1.00 m se utilizará el refuerzo calculado con una distancia entre arriostres no mayor a 1.05m

19.3.2. Diseño de alfeizar h=2.23m

El procedimiento para su diseño es similar al ya descrito en el acápite 20.3.1. Se encuentran dentro de la edificación entre los ambientes de aulas y pasadizos, por lo tanto, el valor de C1 es igual a 2.

Tomamos como ejemplo la V-37 que tiene las siguientes características:

Longitud = 2.60 m
Altura de ventana = 0.75 m
Altura de alféizar = 2.23m

Se obtiene unas columnetas CL2 de 15x15 con un refuerzo de 2Ø8mm en la cara de columneta con un total de 4Ø8mm con ganchos de ¼ @15cm.

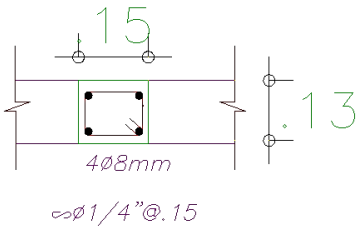


Figura 138 – Armado de columneta de alféizar CL2 (Fuente: propia)

A una distancia de cara de columneta de 1.08m.

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

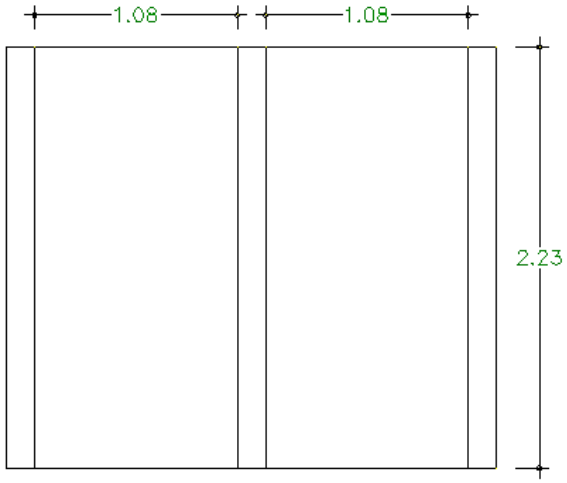


Figura 139 - Distribución de columneta CL2 (Fuente: propia)

Para todos los alféizares de altura igual a 2.23 m se utilizará el refuerzo calculado con una distancia entre arriostres no mayor a 1.20m

19.4. Diseño de tabiques

Del mismo modo que los alféizar, los tabiques están arriostrados en el inferior por la viga chata o losa, según sea el caso, y en sus extremos laterales por columnetas u otros muros ortogonales a su plano.

Tomaremos como ejemplo los tabiques del Pabellón 01 divisorios de servicios higiénicos de longitud de 4.60 m con un espesor de 0.15 m y una altura de 3.25m, en sus extremos se encuentran arriostrado por muros ortogonales.

19.4.1. Revisión de la albañilería

De la misma manera que en el punto anterior, tenemos:

$$w = 0.8\,Z\,U\,C_1\gamma e = 0.0230\frac{kg}{cm^2}$$

Teniendo: a=1.39 m y b=3.75 m, obtenemos la relación b/a=2.78 e interpolamos para calcular el valor de "m" que es igual a 0.1018.

Entonces tenemos que:

$$M_s = 0.1018 * 0.023 * 1.30^2 = 38.90\ kg.\frac{cm}{cm}$$

El esfuerzo normal producido por Ms no puede superar 1.5 kg/cm2. El mismo se calcula por la siguiente expresión:

$$f_m = \frac{6M_s}{t^2} = \frac{6 * 41.95}{13^2} = 1.38\frac{kg}{cm2} > 1.5$$

Cumple con lo solicitado, por lo tanto, la distribución es correcta.

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

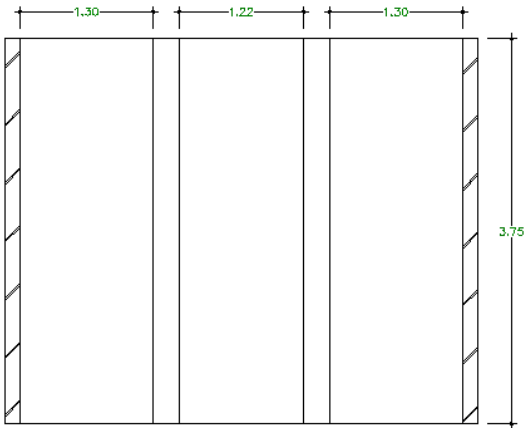


Figura 140 - Distribución de columneta CL3 en muro divisorio (Fuente: propia)

El área achurada corresponde al arriostre por muros ortogonales.

19.4.2. Diseño de arriostres

Se emplearán columnetas de 4Ø1/2mm, 2 en cada extremo de la columneta, con ganchos de ¼ 1@5; 5@10; Rto.@15.

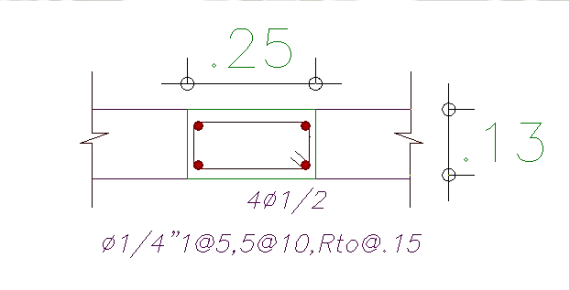


Figura 141 - Armado de columneta CL3 de tabiques (Fuente: propia)

Para todos los tabiques divisorios se usará el refuerzo calculado a una distancia no mayor de 1.35m

19.5. Diseño del cerco perimétrico

Para este caso se siguen los mismos pasos ya descritos, el muro se considera arriostrado en sus cuatro bordes: en el inferior por la cimentación, superior por la viga solera y en los extremos laterales por columnas de confinamiento. Se recomienda separar en secciones de 16 a 20 m por una junta sísmica de 3cm.

El cerco perimétrico es de 23cm de espesor y altura de 4.60m, se colocaron columnetas de 23x30 y viga solera de 25x25.

19.5.1. Revisión de la albañilería

Para una separación 2.10m y un valor de C1= 3, tenemos que:

$$w = 0.8\,Z\,U\,C_1\gamma e = 0.0295\,\frac{kg}{cm^2}$$

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Luego se tiene que la relación b/a=2.19 e interpolamos para el caso 4 y obtenemos el valor de "m" igual a 0.1017.

Entonces tenemos que:

$$M_s = 0.1017 * 0.0295 * 210^2 = 132.23\ kg.\frac{cm}{cm}$$

El esfuerzo normal producido por Ms no puede superar 1.5 kg/cm2. El mismo se calcula por la siguiente expresión:

$$f_m = \frac{6M_s}{t^2} = \frac{6 * 132.23}{23^2} = 1.50\frac{kg}{cm2} > 1.5$$

Cumple con lo solicitado.

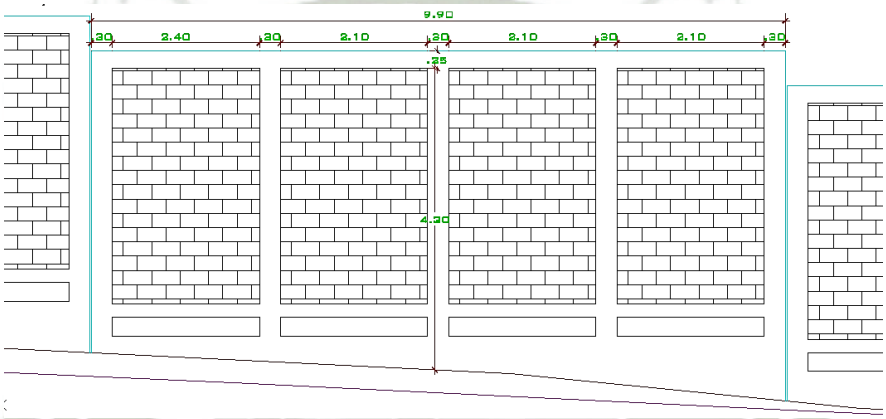


Figura 142 - Vista en Elevación de cerco perimétrico tramo E-A (Fuente: propia)

Para el tramo E-A que da con la Av. La Marina se separó a partir de 4 paños con 9.90m por el desnivel que existe.

19.5.2. Diseño de arriostres

Se optó por usar un refuerzo de 2Ø1/2 en cada extremo de columneta pero al ser insuficiente se agregó 1Ø3/8 que equivale a un área de 12.99 cm2.

$$Mr = 1650788.88\ kg.cm$$
$$Vc = 5287.98\ kg$$

El momento último, calculado por las expresiones ya utilizadas en los acápites 20.3.1, 20.4. resulta:

$$M_u = 856613.09\ kg.cm < Mr$$
$$V_u = 3379.91\ kg < Vc$$

La sección y refuerzo son los adecuados.

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 lo tanto, se emplearán columnas CL de 4Ø1/2 + 2Ø3/8, y estribos de ¼ 1@5; 5@10; Rto. @25.

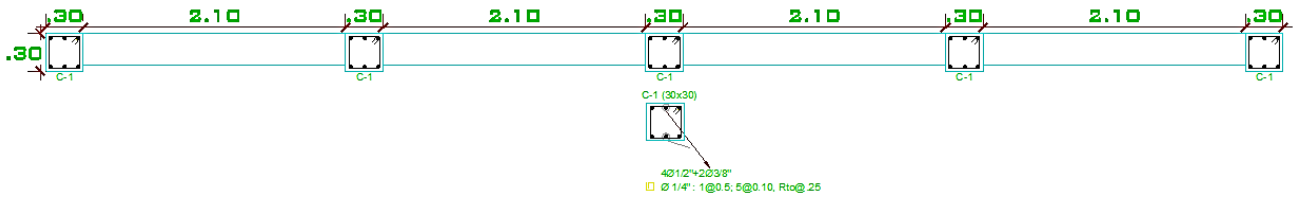


Figura 143 - Detalle de refuerzo y distribución de columnetas de cerco perimétrico (Fuente: propia)

Las vigas soleras tendrán un refuerzo de 4Ø1/2 y una sección de 30x25.

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 XXI

PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA

20.1. Costos y Presupuesto

20.1.1. Introducción

La construcción de una obra civil es una tarea que puede parecer abrumadora en un principio. Hay mucho que hacer y mucho que planificar. Cada obra deberá ser analizada ya que varían entre sí en factores como métodos constructivos, materiales entre otros.

Para la elaboración del presupuesto se deberá seguir el siguiente esquema general de un presupuesto de obra:

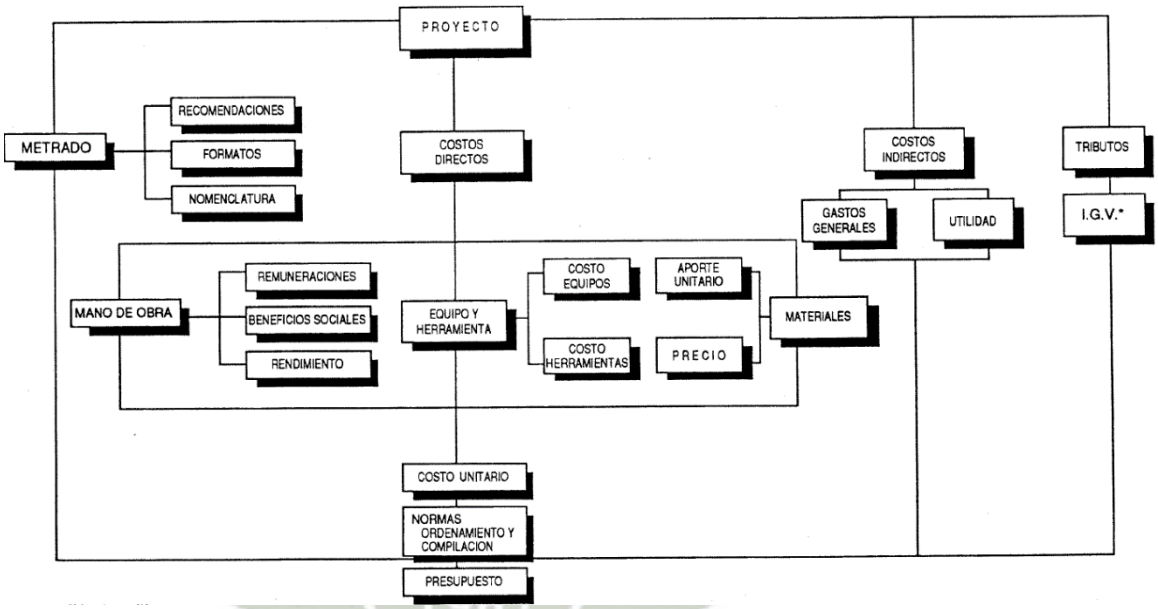


Figura 144 - Flujograma para presupuesto de un proyecto (Fuente: Capeco)

Se presenta el metrado y presupuesto de obra para el caso gris terminado. Para el presupuesto se tomaron los precios unitarios del mercado actual al mes de octubre en base a la revista “Costos”.

20.1.2. Metrado

Se define así al conjunto ordenado de datos obtenidos o logrados mediante lecturas acotadas, preferentemente, y con excepción con lecturas a escala, es decir, utilizando el escalímetro. Los metrados se realizan con el objeto de calcular la cantidad de obra a realizar y que al ser multiplicado por el respectivo costo unitario y sumado obtendremos el costo directo.

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 debe utilizar la relación de partidas y sus unidades respectivas en base a la Norma Técnica Metrados Para Obras De Edificación Y Habilitaciones Urbanas en base a la Resolución N° 073-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC, la cual se encuentra vigente a la fecha.

Hallamos el metrado para las diferentes partidas que tenemos para cada edificación, a continuación, se presenta el metrado general del proyecto completo:

VER ANEXO 1

20.1.3. Análisis de Costos Unitarios

Para el Análisis de Costos Unitarios de cada partida se realizará en función de las características de cada obra y específicamente de materiales, rendimiento de mano de obra de la zona y equipo a utilizar, entre otros.

Materiales:

Los materiales son los recursos que se utilizan en cada una de las actividades de la obra, están determinados por las especificaciones técnicas donde se define la calidad, cantidad, marca, procedencia, color, forma, o cualquier otra característica necesaria para su identificación.

Mano de Obra:

El costo directo de mano de obra es un recurso determinante en la preparación de los costos unitarios. Se compone de diferentes categorías de personal tales como: capataces, albañiles, mano de obra especializada, peones y demás personal que afecta directamente al costo de la obra.

Los salarios de los recursos de mano de obra están basados en el número de horas por día, y el número de días por semana. La tasa salarial horaria incluye: salario básico, beneficios sociales, vacaciones, feriados, sobre tiempos y todos los beneficios legales que la empresa otorgue al país.

Equipos:

El costo directo de equipos, deberá tener en consideración la diversidad de maquinarias y equipos que se emplean en la construcción, en términos generales, el costo de operación de una maquinaria como la cantidad de dinero invertido en adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de conservación.
La determinación del costo de operación puede referirse a términos de un año, un mes, un día o una hora, siendo lo usual el "costo diario de operación" y el "costo horario de operación".
Este costo reúne a dos grandes rubros de gastos:

- Gastos fijos (Intereses, seguros, impuestos)
- Gastos variables (Combustibles, lubricantes)

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Herramientas

El costo directo de herramientas corresponde a consumo o desgaste que éstas sufren al ser utilizadas durante la ejecución de las diversas partidas de una obra y se puede calcular de la siguiente manera: (Fuente: CAPECO)

$$Hm = M \cdot h$$

Donde:
Hm: es el costo directo de herramientas en la partida.
M: es el costo directo de mano de obra de dicha partida, considerando el jornal básico y porcentajes sobre el mismo (incremento adicional de remuneraciones, bonificaciones, etc.)
h: representa un coeficiente (porcentaje expresado en forma decimal) estimado en función a la incidencia de utilización de las herramientas en la partida en estudio según la experiencia en obras similares. Este coeficiente, o porcentaje, generalmente varia de 10 a 5% (0.1 a 0.05)

VER ANEXO 2

20.1.4. Presupuestos de Obra

Presupuestar una obra, es la expresión en cifras monetarias de la Obra.

Características del Presupuesto:

- El presupuesto es aproximado, sus previsiones se acercarán más o menos al costo real de la obra, dependiendo de la habilidad (uso correcto de técnicas presupuestales), el criterio (visualización correcta del desarrollo de la obra) y experiencia del presupuestador.
- El presupuesto es temporal, los costos que en él se establecen sólo son válidos mientras tengan vigencia los precios que sirvieron de base para su elaboración. Los principales factores de variación son: Incremento del costo de los insumos y servicios; utilización de nuevos productos y técnicas; desarrollo de nuevos equipos, herramientas, materiales, tecnología, etc.

20.1.4.1. Costo Directo:

El costo directo es la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra.

Estos costos directos que se analizan de cada una de las partidas conformantes de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto. Sin embargo, el efectuar un mayor refinamiento de los mismos no siempre conduce a una mayor exactitud porque siempre existirán diferencias entre los diversos estimados de costos de la misma partida. Ello

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

debido a los diferentes criterios que se pueden asumir, así como a la experiencia del Ingeniero que elabore los mismos.

20.1.4.2. Costo Indirecto:

Los costos indirectos son aquellos gastos que no son fácilmente cuantificables como para ser cobrados directamente al cliente. (Fuente: CAPECO)

Los costos indirectos se clasifican en:
- Gastos Generales y
- Utilidad

A su vez los Gastos Generales se subdividen en:
- Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra.
- Gastos Generales relacionados con el tiempo de ejecución de obra.

VER ANEXO 3

20.2. Programación de Obra

20.2.1. Introducción

La Programación de Obra permite determinar el proceso de ejecución del proyecto en el transcurso del tiempo.

Se presenta el planeamiento de obra para el casco gris terminado. Consideraremos la disposición de los recursos de materiales, mano de obra y equipo necesarios para el cumplimiento dela obra.

20.2.2. Actividades

Antes de iniciar la programación es necesario definir los niveles de desglose en los que se dividirá, para lo cual se ha decidido realizarlos por zonas anteriormente definidas en el capítulo III (zona administrativa, académica, de circulación y estructuras secundarias).

Definidas las divisiones se calcularán los días de duración calculados por la siguiente fórmula:

$$Duración\ en\ días = \frac{Metrado}{Rendimiento\ x\ \#cuadrillas}$$

20.2.3. Diagrama de Gantt

Definidas la división y la duración de las partidas, pasaremos a relacionar las actividades ordenadas cronológicamente para lo cual se hará uso del programa MS Project, una herramienta de planificación que fue concebida por el ingeniero

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

norteamericano Henry L. Gantt, que procuró resolver el problema de la programación de actividades,

Es decir, se buscó una distribución de las actividades conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de cada actividad.

Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en el que se indica:

- En el eje Horizontal. Un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc.
- En el eje Vertical. Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

Se presenta el Diagrama de Gantt del proyecto.

VER ANEXO 4

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

- Como nos encontramos en una ciudad altamente sísmica, denominada Zona 3, es de suma importancia el cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones, para el diseño de edificaciones; con la finalidad de salvaguardar la vida de quienes se encuentren en ellas en un movimiento sísmico. En este proyecto en particular, el colegio serviría de refugio para un gran desastre, por lo que es vital que siga en funcionamiento después de un sismo.

- La estructuración fue planteada con la finalidad de proporcionar una rigidez lateral en ambas direcciones, una buena absorción de energía sísmica y su disipación. De tal manera que su comportamiento sea sismoresistente, lo cual hace que se tenga una estructura dúctil.

- El pre dimensionamiento se realizó en base a los conceptos presentados en el proyecto, recopilaciones de diferentes autores.

- Se ha estructurado en base a pórticos, muros estructurales de albañilería (en caso hubiera coincidencia de muros en los niveles) y muros estructurales de concreto armado para aportar la rigidez en los edificios del presente proyecto.

- En estructuras muy alargadas como es el caso del Pabellón 01 se dividió en tres módulos para el diseño, separados por juntas sísmicas, porque tiene mayor posibilidad de sufrir diferentes movimientos sísmicos en sus extremos.

- No hubo mayor problema en la distribución de muros portantes de albañilería para los edificios de 2 niveles, sin embargo, para los de 1 nivel tuvo que hacerse iteraciones hasta lograr un desplazamiento menor al límite permitido.

- Para el análisis estático se usó un valor de carga distribuida igual a 1.5 tn/m2, el cual después de realizado el análisis sísmico resulta 1.3 tn/m3 aproximadamente, notamos que los valores varían; por lo tanto, para el cálculo de la cortante basal estática se ha corregido el peso total de la estructura.

- Para evitar el problema de columnas cortas y para que no tomen esfuerzos sísmicos, los tabiques de albañilería han sido separados de la estructura principal.

- En los elementos estructurales que son sometidos a flexión y corte, tales como vigas, y los que son sometidos a flexo-compresión y cortante, tales como columnas y placas, se debe buscar la falla frágil antes que una dúctil.

- En el análisis sísmico se obtuvo que la cortante dinámica en algunas estructuras era menor que el 80% en caso de estructuras regulares de la cortante estático y menor que el 90% en caso de estructuras irregulares de la cortante estático. En esos casos era necesario aplicar un factor para escalar los resultados como momentos flectores, fuerzas cortantes y axiales de sismo; para la dirección X-X y la dirección Y-Y 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

- Para los módulos del pabellón 01 se comprobaron los factores de reducción donde:
  - Para el módulo 1 corresponde un sistema dual (R=7),
  - Para el módulo 2 se corrige a un sistema de muros estructurales (R=6), y
  - Para el módulo 3 en el eje X-X se comprueba un sistema dual (R=6) y para el eje Y-Y se corrige a un sistema de muros estructurales (R=7).

- En los pabellones 2, 3, 4, 5 y 6; debido a la distribución de placas en la dirección X-X se pudo comprobar que las grandes placas ubicadas se llevan gran parte las solicitaciones sísmicas en esa dirección, ya que absorben más de un 85% del cortante dinámico.

- Para los edificios de 1 nivel no hubo mayor inconveniente y el factor de reducción asumido fue el correcto.

- Para el muro de contención ambos factores de seguridad por volteo como por deslizamiento cumplen con lo establecido, es decir, su propio peso es suficiente para soportar el peso de los suelos del lugar, y por eso no se ha necesitado el uso de dentellón.

- Las cimentaciones planteadas para cada estructura cumplen con la Norma E.050: "Suelos y Cimentaciones".

- En base al estudio de suelo, se concluye que el suelo predominante del proyecto es una grava mal graduada (GP).

- Los asentamientos están en los límites permisibles por edificaciones menores a 2.5cm y la distorsión angular es menor a 1/500.

- Las derivas del proyecto calculadas en el análisis sísmico se encuentran dentro de los límites permitidos por la Norma de Diseño Sismoresistente E.030.

Estructura		**Dirección X-X**		**Dirección Y-Y**	
		Deriva	**¿Cumple?**	**Deriva**	**¿Cumple?**
Pabellón 01 – Modulo 01	3P	0.0046	Si, < 0.007	0.0009	Si, < 0.007
	2P	0.0049	Si, < 0.007	0.0010	Si, < 0.007
	1P	0.0027	Si, < 0.007	0.0005	Si, < 0.007
Pabellón 01 – Modulo 02	3P	0.0043	Si, < 0.007	0.0012	Si, < 0.007
	2P	0.0036	Si, < 0.007	0.0011	Si, < 0.007
	1P	0.0017	Si, < 0.007	0.0006	Si, < 0.007
Pabellón 01 – Modulo 03	3P	0.0050	Si, < 0.007	0.0049	Si, < 0.007
	2P	0.0054	Si, < 0.007	0.0051	Si, < 0.007
	1P	0.0031	Si, < 0.007	0.0028	Si, < 0.007
Pabellón 02, 03 ,04 y 05	2P	0.0033	Si, < 0.005	0.0006	Si, < 0.005
	1P	0.0018	Si, < 0.005	0.0008	Si, < 0.005
Pabellón 06	2P	0.0048	Si, < 0.005	0.0007	Si, < 0.005
	1P	0.0026	Si, < 0.005	0.0008	Si, < 0.005
Talleres	2P	0.0016	Si, < 0.007	0.0033	Si, < 0.007
	1P	0.0009	Si, < 0.007	0.0018	Si, < 0.007

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Cafetería	1P	0.0007	Si, < 0.005	0.0002	Si, < 0.005
SS.HH. 1 y 2	1P	0.0002	Si, < 0.005	0.0002	Si, < 0.005
Foyer	1P	0.0049	Si, < 0.007	0.0066	Si, < 0.007
Piscina y Polideportivo	1P	0.00003	Si, < 0.007	0.00051	Si, < 0.007

En ambas direcciones las derivas máximas de entrepiso de cada estructura son menores que 0.007. Se observa que en los pabellones 02, 03, 03, 04, 05, 06 tiene menos rigidez en la dirección X-X que en la dirección Y-Y, ya que los muros confinados en la dirección Y-Y aportan gran rigidez a la estructura.

- Realizado el cálculo de los elementos de confinamiento de muros no portantes, se comprobó la importancia de su diseño al resultar una distancia entre elementos confinantes verticales, menor al que se usa.

- Para el diseño de vigas en aquellos encuentros viga-columna donde los momentos varíen entre ambas caras se utilizó el mismo refuerzo, siempre que la variación no sea considerable, para evitar el anclaje del acero en la unión viga-columna.

- En el diseño por corte de vigas y columnas que requerían un estribaje mínimo se realizó, adicionalmente, el diseño por corte por sismo (Capítulo 21 de la norma E 060 de la R. N. E.) al ser una edificación esencial.

- Ninguna de las zapatas fue perimétrica porque no se tenían edificios con vecinos colindantes.

- El costo total del proyecto es de S/. 7,945,509.07 (siete millones novecientos cuarenta y cinco mil quinientos nueve con 07/100 nuevos soles).

- El costo por m2 del proyecto es de S/. 758.05 (setecientos cincuenta y ocho con 05/100 nuevos soles).

- La duración del proyecto es de 208 días (07 meses).

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

- Es importante plasmar de forma correcta y legible los cálculos de cada elemento estructural en los planos, para evitar errores en el proceso constructivo del proyecto.

- En la actualidad cada vez son más complejas las estructuras, más altas, más irregulares; mientras más complejas sean las estructuras, más difícil resulta predecir su comportamiento sísmico. Por lo que se recomienda que al modelarla sea lo más simple y sencilla de manera para que su análisis sísmico sea lo más real posible.

- Se debe evitar que los elementos no estructurales distorsionen la distribución de fuerzas consideradas, pues generan fuerzas en elementos que no fueron diseñadas para esas condiciones.

- Se recomienda continuidad de la estructura tanto en planta como en elevación, con elementos que no generen cambios de rigidez.

- Se recomienda el uso de pórticos con muros de corte, con el fin de tener una combinación de elementos rígidos y flexibles, para disminuir deformaciones.

- Se recomienda énfasis en el diseño de conexiones viga-columna, columna-zapata, con el fin de brindar ductilidad al diseño.

- Se deberá eliminar todo material de relleno contaminado debajo de la cimentación y de cualquier obra exterior del proyecto.

- Se recomienda que el concreto del sobrecimiento tenga menor resistencia (f’c) que el concreto de las columnas.

- Es recomendable que el concreto de las columnas llegue hasta el cimiento y que los estribos de confinamiento se cuenten a partir de ese encuentro, ya que la columna estará sujeta a elevadas fuerzas axiales, producto de los momentos sísmicos y de las cargas gravitacionales

- Se deberá proporcionar de adecuada vegetación hasta una distancia 2.50m para evitar deslizamientos y disponer de cunetas de bombeo al pie y corona 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

BIBLIOGRAFÍA

1. **BLANCO BLASCO, ANTONIO**. Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, Libro 2 de la colección del Ingeniero Civil. 1996-1997. Lima-Perú. 305 paginas.

2. **ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ RAMOS.** Análisis de Edificios, Segunda Edición, 1999.

3. **GIANFRANCO OTTAZZI PASINO.** Diseño en Concreto Armado, Segunda Edición, 1999.

4. **WALTER BARRENECHEA SOTO.** Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Concreto Armado II – Teoría y Problemas Resueltos. Lima-Perú. 80 páginas.

5. **GENARO DELGADO CONTRERAS**. Diseño estructural de una vivienda económica de 160 m2 de área techada. Séptima Edición, 2008. Lima-Perú. 105 paginas.

6. **ROBERTO MORALES MORALES**. Diseño de Concreto Armado, 3ra Edición, editado por el American Concrete Institute. 2000. Lima-Perú. 334 paginas.

7. **HARMSEN, TEODORO**. Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial, 3ra Edición. 2002, Perú. 683 paginas.

8. **BRAJA M., DAS.** Fundamentos de ingeniería de cimentaciones, Editorial Thomson, 2006.

9. **COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACION**. CAPECO. 1ra Edición. 2003, Lima-Perú. 376 paginas.

10. **NORMA TÉCNICA PERUANAS** de Estructuras. 2da Edición 2009. Perú. 495 paginas.

11. **MICROZONIFICACION SISMICA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA** de Estructuras. 2da Edición 2009. Perú. 495 paginas.

12. **DISTRIBUCION DE MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS OBSERVADAS EN EL PERU** de Estructuras. 2da Edición 2009. Perú. 495 paginas.

13. **GUILLERMO HUERTA AMORETTI.** Programación De Obras Con Ms Project**..** Fondo Editorial ICG, 2da Edición.

14. **MIGUEL SALINAS SEMINARIO.** Costos y presupuestos de Obra, Fondo Editorial ICG, 9na Edición.

15. **ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS,** *Revista Costos*, Edición 271

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

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

16. **ANGEL MUÑOZ PELÁEZ,** (2016) "El espectro de diseño de la nueva norma peruana de diseño sismorresistente NTE 0.30.2016". Sandra Santa Cruz, Seminario de actualización de la norma técnica peruana E030. PUCP, Lima.

17. **GIANFRANCO OTTAZI PASINO,** (2016) "El espectro de diseño de la nueva norma peruana de diseño sismorresistente NTE 0.30.2016". Sandra Santa Cruz, Seminario de actualización de la norma técnica peruana E030. PUCP, Lima.

18. **GENNER VILLAREAL CASTRO,** Ingeniería Estructural. http://gennervillarrealcastro.blogspot.pe/

19. **ANGEL SAN BARTOLOMÉ.** Ejemplo de aplicación de la Norma E 070 en el diseño de un edificio de albañilería confinada, 2006.

20. **ALEX HENRY PALOMINO ENCINAS,** Taller de curso de especialización: "Cálculo y diseño de edificios de concreto armado"

21. **JOHAN SOLIS PINTO,** Formulario de concreto armado I y II, 2011.

22. **OSCAR CHAVEZ VEGA,** Apuntes de clases de Concreto Armado I y Concreto Armado II, 2013.

23. **JORGE ROSAS ESPINOZA,** Apuntes de clase de Ingeniería Antisísmica, 2014.

24. **ALEJANDO VICTOR HIDALGO VALDIVIA,** Apuntes de clases Costos y Presupuestos, 2014.

25. **CARLA GUILLÉN MÁLAGA,** Apuntes de clases Costos y Presupuestos, 2014.

26. **MILAGRO GUILLÉN MÁLAGA**, Apuntes de clases Albañilería, 2013.

27. **RENATO DÍAZ GALDOS,** Apuntes de clases Programación de Obras, 2014.

28. **OLGER FEBRES** Apuntes de clases de Análisis Estructural II y Procedimientos de Construcción II, 2013.

29. **LUIS HERNANDEZ PINEDA.** (2012) Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada (Tesis para título) Pontificia Universidad Católica de Santa María.

30. **JOSE ANDREE JAIME MEZA GALLEGOS.** (2014) Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y un semisótano ubicado en la ciudad de Arequipa. (Tesis para título) Pontificia Universidad Católica de Santa María.

31. **CIVIL TRUJILLO.** https://www.youtube.com/channel/UCPe4VyE0FRSKeXoqPKkko0A

32. Software de Análisis y 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

32.1. ETABS 9.7.4.
32.2. SAFE 2014
32.3. SAPv.15
32.4. CSI COLUMN
32.5. AUTOCAD
32.6. S10
32.7. MS PROJECT

33. RNE "Reglamento Nacional de Edificaciones", Lima, Perú 2014.

34. Internet
34.1. www.pucp.edu.pe

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 PLANOS

Se adjuntan planos de arquitectura, en el siguiente orden:

RELACIÓN DE LÁMINAS ARQUITECTURA I.E. JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI - AREQUIPA		
PLANO	LÁMINA	FORMATO
Planta General de Techos	PG-04	A-1
Pabellón 01 - Encofrado y vigas - Planta 01	E - 01	A-1
Pabellón 01 - Encofrado y vigas - Planta 02	E - 02	A-1
Pabellón 01 - Encofrado y vigas - Planta 03	E - 03	A-1
Pabellón 01 - Detalle de vigas	E - 04	A-1
Pabellón 01 - Cimentaciones	E - 05	A-1
Pabellón 01 - Detalle de cimentaciones	E - 06	A-2
Pabellón 01 - Primera Planta	A - 01	A-2
Pabellón 01 - Segunda Planta	A - 02	A-2
Pabellón 01 - Tercera Planta	A - 03	A-2
Pabellón 01 - Elevación	A- 04	A-2
Pabellón 01 - Cortes	A- 05	A-2
Pab. 2, 3 ,4 y 5 - Plantas	A- 06	A-1
Pab. 2, 3 ,4 y 5- Elevaciones	A- 07	A-1
Pab. 2, 3 ,4 y 5 - Encofrado	E - 07	A-1
Pab. 2, 3 ,4 y 5 - Cimentación	E - 08	A-1
Pab. 2, 3 ,4 y 5 - Vigas	E - 09	A-1
Pab. 6 - Plantas, Cortes y Elevaciones	A- 08	A-1
Pab. 6 - Encofrado y Vigas	E - 10	A-1
Pab. 6 - Cimentación y Columnas	E - 11	A-1
Talleres - Encofrado y vigas	E - 12	A-1
Talleres - Cimentaciones	E - 13	A-1
Talleres - Primera y Segunda Planta	A - 09	A-1
Talleres - Corte y elevación	A - 10	A-1
Foyer - Estructuras	E - 14	A-1
SUM - Encofrado y vigas	E - 15	A-1
SUM - Cimentaciones	E - 16	A-1
SUM + FOYER - Planta 01 y 02	A -11	A-1
SUM + Foyer - Cortes y elevaciones	A-12	A-1
Cafetería - Arquitectura	A-13	A-1
Cafetería - Estructuras	E - 17	A-1
SS.HH. - Arquitectura	A-14	A-1
SS.HH. - Estructuras	E- 18	A-1

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Piscina - Primer piso	A-15	A-1
Piscina - Segundo piso	A-16	A-1
Piscina - Techo	A-17	A-1
Piscina - Elevaciones	A-18	A-1
Piscina - Cortes	A-19	A-1
Piscina - Cimentación	E - 19	A-1
Piscina - Vigas	E - 20	A-1
Piscina - Cisterna - Encofrado	E - 21	A-1
Vestidores Piscina - Encofrado	E - 22	A-1
Vestidores Piscina - Cimentación	E - 23	A-1
Polideportivo - Encofrado y vigas	E - 26	A-1
Polideportivo - Cimentaciones	E - 27	A-1
Polideportivo - Primera Planta	A - 20	A-1
Polideportivo - Cortes y Elevaciones	A - 21	A-1
Escaleras y Ascensor - Planta y Corte	A - 22	A-1
Escaleras y Ascensor - Estructuras	E - 28	A-1
Puente de interconexión de pabellones	E - 29	A-1
Puente de interconexión de pabellones	E - 30	A-1
Cerco Perimétrico	PC-1	A-1

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexos

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 1

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

ITEM	DESCRIPCION	UND	POLIDEPORTIVO	PISCINA	PABELLON 01	PABELLÓN 02	PABELLÓN 03	PABELLÓN 04	PABELLÓN 05	PABELLON 06	TALLERES	FOYER	SUM	SS.HH	CAFETERIA	ASCENSORES	RAMPAS	CORREDOR CENTRAL	PATIO 1 Y 2 (LOSA DE CONCRETO)	CERCO PERIMETRICO	METRADO
01.00.00.00	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD																				
01.01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES																				
01.01.03.00	TRABAJOS PRELIMINARES																				
01.01.03.30	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m²	1504.7	1211.8	936.0	309.3	309.3	309.3	309.3	156.5	251.8	765.9	167.0	60.6	31.9	141.4	154.1		14917.4	21712.2
01.01.03.31	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m²	3009.4	1211.8	936.0	309.3	309.3	309.3	309.3	156.5	251.8	765.9	167.0	60.6	31.9	141.4	154.1		14917.4	23216.9
01.01.04.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	Global																			1.0
02.00.00.00	ESTRUCTURAS																				
02.01.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																				
02.01.02.00	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS	m³	912.7	238.6	575.6	256.1	256.1	256.1	256.1	178.9	156.4	98.9	403.6	29.6	50.9	81.1		73.8			3824.7
02.01.03.00	EXCAVACION MASIVA C/MAQUINA	m³																		3273.7	3273.7
02.01.04.00	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m³	760.1	389.8	304.5	118.0	118.0	118.0	118.0	117.1	69.2	19.8	295.1	3.8	6.7	16.2		14.8		654.7	3123.8
02.01.05.00	NIVELACION INTERIOR Y EXTERIOR APISONADO MANUAL	m²	749.1	1767.4	749.1	190.2	190.2	190.2	190.2	94.2	153.4	251.8	765.9			31.9		154.1			5477.8
02.01.06.00	ACARREO INTERNO, MAT.PROCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIO	m³	152.6	1578.0	271.1	333.0	333.0	333.0	333.0	232.5	87.3	79.1	108.5	32.4	55.6	64.9		59.1		3404.6	7457.6
02.01.07.00	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	m³	152.6	1103.1	271.1	179.6	179.6	179.6	179.6	80.3	87.3	79.1	108.5	228.6	55.6	64.9		59.1		3404.6	6413.0
02.02.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE (CEMENTO IP)																				
02.02.01.00	SOLADO: CONCRETO C:H 1:12 e=3"	m²	313.3	554.2	317.7	111.4	111.4	111.4	111.4	57.8	129.0	51.0	55.0			35.3		21.3		1137.3	3117.5
02.02.03.00	CIMIENTOS CORRIDOS.- CONCRETO CICLOPEO DE 100 Kg/ Cm2	m³	77.3	45.2	61.1	49.6	49.6	49.6	49.6	47.4	28.0	25.6	44.0	40.6	28.1					141.1	736.6
02.02.04.00	CIMIENTOS CORRIDOS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	209.9	0.0	0.0	109.0	109.0	109.0	109.0	97.9	100.7	100.5	16.2							344.3	1305.5
02.02.05.00	SOBRE-CIMIENTOS CORRIDOS.- CONCRETO CICLOPEO DE 175 Kg/Cm2 + 2	m³	12.6	255.4	16.2	4.4	4.4	4.4	4.4	4.9	5.0	10.63	8.5	12.8	5.4					1.7	350.9
02.02.06.00	SOBRE-CIMIENTOS CORRIDOS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	168.4	89.8	219.1	49.7	49.7	49.7	49.7	45.6	62.6	35.9	74.8	109.8	46.8					22.9	1074.6
02.02.07.00	FALSO PISO MEZCLA 1:8 E=4"	m²	749.1	673.5	749.1	190.2	190.2	190.2	190.2	94.2	153.4	207.4	765.9	117.8	212.0				819.8		5303.1
02.03.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																				
02.03.01.00	ZAPATAS																				
02.03.01.01	ZAPATAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	62.7	15.7	193.9	83.2	83.2	83.2	83.2	38.8	54.2	30.6	56.0			24.7		36.6			845.8
02.03.01.02	ZAPATAS .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	168.7	45.5	0.0	137.2	137.2	137.2	137.2	75.2	81.2	73.1	129.8			23.5		72.2			1217.8
02.03.01.03	ZAPATAS .-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	2126.2	470.6	5659.4	1731.2	1731.2	1731.2	1731.2	846.3	1872.0	1030.9	1565.9			609.7		1352.8			22458.7
02.03.03.00	MUROS DE CONCRETO																				
02.03.03.01	MURO DE CONCRETO.- 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	91.5	27.1																	118.6
02.03.03.02	MURO DE CONCRET.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	920.3	275.6																	1196.0
02.03.03.03	MURO DE CONCRETO.- ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	3903.6	1748.0																	5651.6
02.03.04.00	MUROS DE CONTENCION																				
02.03.04.01	MUROS DE CONTENCION .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³																		619.7	619.7
02.03.04.02	MUROS DE CONTENCION.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²																		1865.9	1865.9
02.03.04.03	MUROS DE CONTENCION.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg																		52952.5	52952.5
02.03.05.00	COLUMNAS																				
02.03.05.01	COLUMNAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	56.5	28.4	140.8	21.4	21.4	21.4	21.4	15.3	16.0	14.7	99.7	7.0	3.3	3.0		70.4		60.8	601.5
02.03.05.02	COLUMNAS.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	565.4	432.4	1689.0	292.6	292.6	292.6	292.6	222.5	239.9	201.9	913.7	140.2	64.0	53.3		131.0		827.8	6651.5
02.03.05.03	COLUMNAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	13706.4	5282.0	27019.5	4861.1	4861.1	4861.1	4861.1	3535.0	4099.6	3037.9	25062.8	1641.8	713.6	670.1		3164.2		4546.7	111924.0
02.03.07.00	PLACAS																				
02.03.07.01	PLACAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³			119.7	35.7	35.7	35.7	35.7	11.9	22.3					31.0					327.6
02.03.07.02	PLACAS.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²			1183.3	218.1	218.1	218.1	218.1	72.7	313.6					340.0					2781.8
02.03.07.03	PLACAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg			25452.8	3546.3	3546.3	3546.3	3546.3	1182.1	2984.4					3932.9					47737.5
02.03.08.00	VIGAS																				
02.03.08.01	VIGA.-CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	12.2	102.0	219.9	55.8	55.8	55.8	55.8	27.9	20.4	18.0	8.5	16.2	7.5	1.9		18.8		22.2	698.7
02.03.08.02	VIGA.-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	79.4	1555.5	2345.3	420.5	420.5	420.5	420.5	210.2	170.3	123.0	127.2	143.8	67.0	19.3		82.6		177.3	6783.0
02.03.08.03	VIGA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	724.1	937.2	21122.1	8211.6	8211.6	8211.6	8211.6	4105.8	1737.2	1708.6	915.6	1059.6	563.7	359.1		1672.9		2347.1	70099.4
02.03.10.00	LOSAS ALIGERADAS E=0.20m																				
02.03.10.01	LOSA ALIGERADA .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	10.8	173.8	191.9	22.2	22.2	22.2	22.2	22.6	38.0	15.9	2.6	11.6	4.1	4.7		11.6			576.4
02.03.10.02	LOSA ALIGERADA.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	96.6	1023.7	2132.2	268.1	268.1	268.1	268.1	269.1	77.9	182.8	29.8	121.8	42.8	54.3		130.6			5233.8
02.03.10.03	LOSA ALIGERADA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	999.0	1954.7	9688.5	2310.9	2310.9	2310.9	2310.9	952.1	1061.2	653.4	274.4	1715.0	297.1	368.9		442.7			27650.6
02.03.10.04	LOSA ALIGERADA.- LADRILLO DE ARCILLA DE 15 x 30 x 30	und	686.5	942.0	17761.1	3358.0	3358.0	3358.0	3358.0	1891.0	648.8	1511.0	248.0	1014.0	357.0	452.0		825.0			39768.4
02.03.11.00	LOSAS ALIGERADAS E=0.25m																				
02.03.11.01	LOSA ALIGERADA E=0.25m .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	10.8																		10.8
02.03.11.02	LOSA ALIGERADA E=0.25m .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	96.6																		96.6
02.03.11.03	LOSA ALIGERADA E=0.25m .-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	999.0																		999.0
02.03.11.04	LOSA ALIGERADA E=0.25m .- LADRILLO DE ARCILLA DE 20 x 30 x 30	und	686.5																		686.5
02.03.12.00	LOSAS MACIZAS																				
02.03.12.01	LOSA MACIZA .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³														3.9					3.9
02.03.12.02	LOSA MACIZA.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²														69.9					69.9
02.03.12.03	LOSA MACIZA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg														234.9					234.9
02.03.13.00	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS																				
02.03.13.01	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS .- CONCRETO 280 KG/CM2 (CEMENTO I	m³		89.2																	89.2
02.03.13.02	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²		479.1																	479.1
02.03.13.03	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg		3686.8																	3686.8
02.03.14.00	ESCALERAS																				
02.03.14.01	ESCALERA .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³			9.1					3.3	4.9										17.4
02.03.14.02	ESCALERA .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²			347.1					22.8	212.2										582.1
02.03.14.03	ESCALERA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg			656.9					261.7	326.9										1245.4
02.03.15.00	TRIBUNAS O GRADERIAS																				
02.03.15.01	GRADERIAS O TRIBUNAS .- CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	307.3	317.2																	624.5
02.03.15.02	GRADERIAS O TRIBUNAS .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	2298.3	0.0																	2298.3
02.03.15.03	GRADERIAS O TRIBUNAS: ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	14525.1	2118.3																	16643.4
02.03.16.00	PISCINA																				
02.03.16.01	PISCINA .- CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³		165.0																	165.0
02.03.16.02	PISCINA .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²		551.9																	551.9
02.03.16.03	PISCINA: ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg		17834.5																	17834.5
02.03.17.00	RAMPAS																				
02.03.17.01	RAMPAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³															6.0				6.0
02.03.17.02	RAMPAS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²															3.4				3.4
02.03.17.03	RAMPAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg															235.0				235.0

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
Plataforma autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 2

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

Análisis de Costos Unitarios

Obra: I.E. Juana Cervantes de Bolognesi - Arequipa
Subpresupuesto: Estructuras
Bach. Julissa Katherine Medina Mansilla
Bach. Gabriela Salinova Viamonte Alvarez
Ubicación: Arequipa - Arequipa - Arequipa

Costo a: **Octubre 2016**

Partida	02.04	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000		Costo unitario directo por : m2	1.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	24.12	0.03
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0400	14.83	0.59
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	19.85	0.26
					0.88	
	Materiales					
02130200020005	CAL HIDRATADA BOLSA 20 kg	bol		0.0500	6.27	0.31
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	5.46	0.11
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.19	0.04
					0.46	
	Equipos					
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0133	15.00	0.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.88	0.03
					0.23	

Partida	02.05	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 600.0000	EQ. 600.0000		Costo unitario directo por : m2	1.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0013	24.12	0.03
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0400	14.83	0.59
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	19.85	0.26
					0.88	
	Materiales					
02130200020005	CAL HIDRATADA BOLSA 20 kg	bol		0.0500	6.27	0.31
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	5.46	0.11
0292010001	CORDEL	m		0.1900	0.19	0.04
					0.46	

Partida	02.06	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb	20,000.00

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
0301010044	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1.0000	20,000.00	20,000.00
					20,000.00	

Partida	03.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000		Costo unitario directo por : m3	40.59

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	24.12	5.51
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	14.83	33.90
					39.41	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	39.41	1.18
					1.18	

Partida	03.01.02	EXCAVACION MASIVA CON MAQUINA				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por : m3	3.58

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	24.12	0.16
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	20.10	1.34

0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	14.83	1.98
					3.48	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.48	0.10
					0.10	

Partida	**03.01.03**	**RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO**			
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **7.0000**	EQ. **7.0000**	Costo unitario directo por : m3	**30.15**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	1.1429	24.12	27.57
0101010005	PEON	hh	0.1000	0.1143	14.83	1.70
					29.27	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.27	0.88
					0.88	

Partida	**03.01.04**	**NIVELACION INTERIOR Y EXTERIOR APISONADO MANUAL**			
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **100.0000**	EQ. **100.0000**	Costo unitario directo por : m2	**4.45**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	24.12	0.19
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0800	20.10	1.61
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	14.83	1.19
					2.99	
	Materiales					
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.0100	0.72	0.01
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0300	5.46	0.16
					0.17	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.99	0.09
0301010043	PLANCHA COMPACTADORA VIBRATORIA 4 HP	hm	1.0000	0.0800	15.00	1.20
					1.29	

Partida	**03.01.05**	**ACARREO INTERNO MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICIONES**			
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **8.0000**	EQ. **8.0000**	Costo unitario directo por : m3	**17.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	14.83	14.83
					17.24	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.24	0.52
					0.52	

Partida	**03.01.06**	**ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINA HASTA 20 KM**			
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **300.0000**	EQ. **300.0000**	Costo unitario directo por : m3	**23.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	24.12	0.07
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	20.10	0.54
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0800	14.83	1.19
					1.80	
	Equipos					
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-125 HP	hm	1.0000	0.0267	147.25	3.93
0301220009	CAMION VOLQUETE 100-125 HP	hm	4.0000	0.1067	168.10	17.94
					21.87	

Partida	**03.03**	**SOLADO e=3"**			
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **60.0000**	EQ. **60.0000**	Costo unitario directo por : m2	**62.45**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	24.12	0.32
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	20.10	5.36
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	16.50	2.20
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.8000	14.83	11.86
					19.74	
	Materiales					
0207030001	HORMIGON	m3		0.1320	235.50	31.09

0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.3840	19.30	7.41
0290130021	AGUA	m3		0.0120	5.68	0.07
					38.57	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.74	0.59
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1333	26.60	3.55
					4.14	

Partida	**03.04**	**CIMIENTO CORRIDO: CONCRETO CICLOPEO DE F'C 100 KG/CM2**				
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **25.0000**		EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3	**356.94**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	24.12	0.77
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.83	37.96
					62.15	
	Materiales					
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5040	40.00	20.16
0207030001	HORMIGON	m3		0.8700	235.50	204.89
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		3.0450	19.30	58.77
0290130021	AGUA	m3		0.1050	5.68	0.60
					284.42	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.15	1.86
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
					10.37	

Partida	**03.05**	**CIMIENTO CORRIDO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**				
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **25.0000**		EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m2	**27.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	24.12	0.77
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.10	6.43
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.50	5.28
					12.48	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.1000	0.68	0.07
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1500	0.72	0.11
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.7200	5.46	14.85
					15.03	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.48	0.37
					0.37	

Partida	**03.06**	**SOBRECIMIENTO CORRIDO: CONCRETO CICLOPEO DE F'C 175 KG/CM2 +25% PM**				
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **25.0000**		EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m3	**367.51**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	24.12	0.77
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	20.10	12.86
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.50	10.56
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.83	37.96
					62.15	
	Materiales					
02070100050001	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.4200	22.69	9.53
0207030001	HORMIGON	m3		0.8900	235.50	209.60
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		3.8900	19.30	75.08
0290130021	AGUA	m3		0.1370	5.68	0.78
					294.99	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.15	1.86
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.3200	26.60	8.51
					10.37	

Partida	**03.07**	**SOBRECIMIENTO CORRIDO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**				
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **25.0000**		EQ. **25.0000**	Costo unitario directo por : m2	**31.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	24.12	0.77
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	20.10	6.43
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	16.50	5.28

					12.48	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.2600	0.68	0.18
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	0.72	0.09
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3500	5.46	18.29
					18.56	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	12.48	0.37
					0.37	

Partida	**03.08**		**FALSO PISO: MEZCLA, CONCRETO C:H 1:8 e=4"**			
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **120.0000**		EQ. **120.0000**	Costo unitario directo por : m2	**55.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0200	24.12	0.48
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.2000	20.10	4.02
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	16.50	1.10
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.5333	14.83	7.91
					13.51	
	Materiales					
0207030001	HORMIGON	m3		0.1210	235.50	28.50
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.5330	19.30	10.29
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1000	5.46	0.55
0290130021	AGUA	m3		0.0180	5.68	0.10
					39.44	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.51	0.41
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.0667	26.60	1.77
					2.18	

Partida	**03.11**		**ZAPATAS CONCRETO F'C=210 KG/CM2**			
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **12.5000**		EQ. **12.5000**	Costo unitario directo por : m3	**300.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0640	24.12	1.54
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6400	20.10	12.86
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6400	16.50	10.56
0101010005	PEON	hh	4.0000	2.5600	14.83	37.96
					62.92	
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.1840	5.68	1.05
					225.06	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	62.92	1.89
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.3200	5.35	1.71
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.5000	0.3200	26.60	8.51
					12.11	

Partida	**03.12**		**ZAPATA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**			
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **8.0000**		EQ. **8.0000**	Costo unitario directo por : m2	**63.78**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010003	OPERARIO	hh	0.7000	0.7000	20.10	14.07
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.50	16.50
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.5000	14.83	7.42
					40.40	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.1500	0.68	0.10
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	0.72	0.07
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0300	5.46	22.00
					22.17	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	40.40	1.21
					1.21	

Partida	**03.13**		**ZAPATA: ACERO FY=4200 KG/CM2**			
Rendimiento	**kg/DIA**	MO. **250.0000**		EQ. **250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**2.04**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.25	0.04
					0.04	

Partida	**03.15**	**MUROS DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2**				
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **7.0000**		EQ. **7.0000**	Costo unitario directo por : m3	**365.82**
Código	**Descripción Recurso**	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.10	22.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	16.50	18.86
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.7143	14.83	84.74
					129.33	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	129.33	3.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2286	5.35	1.22
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2286	26.60	6.08
					11.18	

Partida	**03.16**	**MUROS DE CONCRETO: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**				
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **12.0000**		EQ. **12.0000**	Costo unitario directo por : m2	**56.21**
Código	**Descripción Recurso**	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.8000	16.50	13.20
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.2667	14.83	3.96
					32.17	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.17	0.97
					0.97	

Partida	**03.17**	**MURO DE CONCRETO: ACERO FY=4200 KG/CM2**				
Rendimiento	**kg/DIA**	MO. **250.0000**		EQ. **250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**2.13**
Código	**Descripción Recurso**	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	**03.19**	**MUROS DE CONTENCION: CONCRETO F'C=210 KG/CM2**				
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **7.0000**		EQ. **7.0000**	Costo unitario directo por : m3	**365.82**
Código	**Descripción Recurso**	**Unidad**	**Cuadrilla**	**Cantidad**	**Precio S/.**	**Parcial S/.**
	Mano de Obra					

0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.10	22.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	16.50	18.86
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.7143	14.83	84.74
					129.33	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	129.33	3.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2286	5.35	1.22
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2286	26.60	6.08
					11.18	

Partida **03.20** **MUROS DE CONTENCION: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **56.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.8000	16.50	13.20
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.2667	14.83	3.96
					32.17	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.17	0.97
					0.97	

Partida **03.21** **MURO DE CONTENCION: ACERO FY=4200 KG/CM2**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **2.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida **03.23** **COLUMNAS: CONCRETO F'C=210 KG/CM2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : m3 **365.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.10	22.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	16.50	18.86
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.7143	14.83	84.74
					129.33	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	129.33	3.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2286	5.35	1.22
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2286	26.60	6.08
					11.18	

Partida **03.24** **COLUMNA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **12.0000**	EQ. **12.0000**	Costo unitario directo por : m2	**56.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.8000	16.50	13.20
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.2667	14.83	3.96
					32.17	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.17	0.97
					0.97	

Partida	**03.25**	**COLUMNA: ACERO FY=4200 KG/CM2**				
Rendimiento	**kg/DIA**	MO. **250.0000**	EQ. **250.0000**		Costo unitario directo por : kg	**2.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	**03.27**	**PLACAS: CONCRETO F'C=210 KG/CM2**				
Rendimiento	**m3/DIA**	MO. **7.0000**	EQ. **7.0000**		Costo unitario directo por : m3	**365.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.10	22.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	16.50	18.86
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.7143	14.83	84.74
					129.33	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	129.33	3.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2286	5.35	1.22
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2286	26.60	6.08
					11.18	

Partida	**03.28**	**PLACA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**				
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **12.0000**	EQ. **12.0000**		Costo unitario directo por : m2	**56.21**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.8000	16.50	13.20
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.2667	14.83	3.96
					32.17	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.17	0.97
					0.97	

Partida	**03.29**	**PLACA: ACERO FY=4200 KG/CM2**

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	2.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	03.31	VIGA: CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		307.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	16.50	11.00
0101010005	PEON	hh	5.0000	3.3333	14.83	49.43
					75.44	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	75.44	2.26
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.1333	5.35	0.71
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.1333	26.60	3.55
					6.52	

Partida	03.32	VIGA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2		62.83

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	24.12	1.93
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.10	16.08
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.9600	16.50	15.84
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.3200	14.83	4.75
					38.60	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	38.60	1.16
					1.16	

Partida	03.33	VIGA: ACERO FY=4200 KG/CM2				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg		2.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	03.35	LOSA ALIGERADA E=20 CM: CONCRETO F'C=210 KG/CM2

Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3	295.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	24.12	1.38
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	20.10	11.49
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	16.50	9.43
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.8571	14.83	42.37
					64.67	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	64.67	1.94
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.1143	5.35	0.61
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.1143	26.60	3.04
					5.59	

Partida	03.36	LOSA ALIGERADA E=20 CM: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 17.0000	EQ. 17.0000	Costo unitario directo por : m2	46.46

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0471	24.12	1.14
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4706	20.10	9.46
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.5647	16.50	9.32
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.1882	14.83	2.79
					22.71	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	22.71	0.68
					0.68	

Partida	03.37	LOSA ALIGERADA E=20 CM: ACERO FY=4200 KG/CM2			
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	2.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida		LOSA ALIGERADA E=20 CM: LADRILLO DE ARCILLA 30X30X15			
Rendimiento	und/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : und	2.42

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	24.12	0.01
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	20.10	0.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	16.50	0.08
0101010005	PEON	hh	9.0000	0.0450	14.83	0.67
					0.86	
	Materiales					
02160100040005	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm	und		1.0500	1.46	1.53
					1.53	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.86	0.03
					0.03	

Partida	03.38.01	LOSA ALIGERADA E=25 CM: CONCRETO F'C=210 KG/CM2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : m3	288.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.5000	0.8571	20.10	17.23
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	16.50	9.43
0101010005	PEON	hh	6.0000	3.4286	14.83	50.85
					80.27	
	Materiales					
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					196.92	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	80.27	2.41
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.2857	5.35	1.53
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.5000	0.2857	26.60	7.60
					11.54	

Partida **03.38.02** **LOSA ALIGERADA E=25 CM: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **17.0000** EQ. **17.0000** Costo unitario directo por : m2 **42.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0471	24.12	1.14
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4706	20.10	9.46
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4706	16.50	7.76
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2353	14.83	3.49
					21.85	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.1000	0.68	0.07
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1100	0.90	0.10
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.5600	5.46	19.44
					19.61	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	21.85	0.66
					0.66	

Partida **03.38.03** **LOSA ALIGERADA E=25 CM: ACERO FY=4200 KG/CM2**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **2.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida **LOSA ALIGERADA E=25 CM: LADRILLO DE ARCILLA 30X30X20**

Rendimiento **und/DIA** MO. **1,300.0000** EQ. **1,300.0000** Costo unitario directo por : und **3.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0006	24.12	0.01
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0062	20.10	0.12
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0062	16.50	0.10
0101010005	PEON	hh	9.0000	0.0554	14.83	0.82
					1.05	
	Materiales					
02160100040003	LADRILLO PARA TECHO 8H DE 20X30X30 cm	und		1.0500	2.68	2.81
					2.81	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.05	0.03
					0.03	

Partida **03.40** **LOSA MACIZA: CONCRETO F'C=210 KG/CM2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **323.49**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61

0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	16.50	11.00
0101010005	PEON	hh	5.5000	3.6667	14.83	54.38
					80.39	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	80.39	2.41
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	0.5000	0.3333	14.18	4.73
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.5000	0.3333	5.35	1.78
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.5000	0.3333	26.60	8.87
					17.79	

Partida **03.41** **LOSA MACIZA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m2 **59.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	24.12	1.38
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	20.10	11.49
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	16.50	9.43
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2857	14.83	4.24
					26.54	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.1000	0.68	0.07
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1400	0.90	0.13
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.9300	5.46	32.38
					32.58	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.54	0.80
					0.80	

Partida **03.42** **LOSA MACIZA: ACERO FY=4200 KG/CM2**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **2.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida **03.43.01** **CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS: CONCRETO F'C=280 KG/CM2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : m3 **383.03**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.10	22.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	16.50	18.86
0101010005	PEON	hh	6.0000	6.8571	14.83	101.69
					146.28	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.1840	5.68	1.05
					225.06	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	146.28	4.39
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2286	5.35	1.22
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2286	26.60	6.08
					11.69	

Partida **03.43.02** **CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**

Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2	57.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	1.0000	16.50	16.50
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	14.83	4.94
					36.45	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.1500	0.68	0.10
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1200	0.90	0.11
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.6400	5.46	19.87
					20.08	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	36.45	1.09
					1.09	

Partida	03.43.03	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS: ACERO FY=4200 KG/CM2			
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	2.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	03.45	ESCALERA: CONCRETO F'C=210 KG/CM2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3	348.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.10	20.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.50	16.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	14.83	74.15
					113.16	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	113.16	3.39
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2000	5.35	1.07
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2000	26.60	5.32
					9.78	

Partida	03.46	ESCALERA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2	72.76

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.10	20.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	1.2000	16.50	19.80
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.4000	14.83	5.93
					48.24	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	48.24	1.45
					1.45	

Partida	03.47	ESCALERA: ACERO FY=4200 KG/CM2

Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	2.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	03.49	TRIBUNAS: CONCRETO F'C=210 KG/CM2				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3	348.25	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.10	20.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.50	16.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	14.83	74.15
					113.16	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	113.16	3.39
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2000	5.35	1.07
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2000	26.60	5.32
					9.78	

Partida	03.50	TRIBUNAS: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	49.57	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	24.12	1.29
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	20.10	10.72
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.6400	16.50	10.56
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.2133	14.83	3.16
					25.73	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	25.73	0.77
					0.77	

Partida	03.51	TRIBUNAS: ACERO FY=4200 KG/CM2				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	2.13	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	03.53	PISCINA: CONCRETO F'C=210 KG/CM2

Rendimiento	m3/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m3	365.82

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	24.12	2.76
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	20.10	22.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	16.50	18.86
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.7143	14.83	84.74
					129.33	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	129.33	3.88
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2286	5.35	1.22
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2286	26.60	6.08
					11.18	

Partida	03.54	PISCINA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2	56.21

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	24.12	1.61
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	20.10	13.40
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	0.8000	16.50	13.20
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.2667	14.83	3.96
					32.17	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	32.17	0.97
					0.97	

Partida	03.55	PISCINA: ACERO FY=4200 KG/CM2			
Rendimiento	kg/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : kg	2.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

Partida	03.57	RAMPA: CONCRETO F'C=210 KG/CM2			
Rendimiento	m3/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3	348.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.10	20.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	16.50	16.50
0101010005	PEON	hh	5.0000	5.0000	14.83	74.15
					113.16	
	Materiales					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.5500	51.61	28.39
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5000	42.29	21.15
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0400	19.30	174.47
0290130021	AGUA	m3		0.2290	5.68	1.30
					225.31	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	113.16	3.39
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	0.2000	0.2000	5.35	1.07
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	0.2000	0.2000	26.60	5.32

						9.78

Partida	**03.58**	**RAMPA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO**				
Rendimiento	**m2/DIA**	MO. **8.0000**		EQ. **8.0000**	Costo unitario directo por : m2	**72.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	24.12	2.41
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	20.10	20.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.2000	1.2000	16.50	19.80
0101010005	PEON	hh	0.4000	0.4000	14.83	5.93
					48.24	
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	m3		0.0800	0.68	0.05
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	0.90	0.20
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.1800	5.46	22.82
					23.07	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	48.24	1.45
					1.45	

Partida	**03.59**	**RAMPA: ACERO FY=4200 KG/CM2**				
Rendimiento	**kg/DIA**	MO. **250.0000**		EQ. **250.0000**	Costo unitario directo por : kg	**2.13**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	24.12	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	20.10	0.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	16.50	0.53
					1.25	
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0500	0.68	0.03
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	0.69	0.72
					0.75	
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		10.0000	1.25	0.13
					0.13	

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 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

Presupuesto

Obra: I.E. Juana Cervantes de Bolognesi - Arequipa

Subpresupuesto: Estructuras

Bach. Julissa Katherine Medina Mansilla

Bach. Gabriela Salinova Viamonte Alvarez

Ubicación: Arequipa - Arequipa - Arequipa

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01.00.00.00	**OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD**				
01.01.00.00	**OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES**				
01.01.03.00	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**S/. 85,198.71**
01.01.03.30	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m²	21712.2	S/. 1.57	S/. 34,088.10
01.01.03.31	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m²	23216.9	S/. 1.34	S/. 31,110.61
01.01.04.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	global	1.0	S/. 20,000.00	S/. 20,000.00
02.00.00.00	**ESTRUCTURAS**				
02.01.00.00	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**S/. 569,765.79**
02.01.02.00	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS	m³	3824.7	S/. 40.59	S/. 155,242.92
02.01.03.00	EXCAVACION MASIVA C/MAQUINA	m³	3273.7	S/. 3.58	S/. 11,719.74
02.01.04.00	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m³	3123.8	S/. 30.15	S/. 94,182.81
02.01.05.00	NIVELACION INTERIOR Y EXTERIOR APISONADO MANUAL	m²	5477.8	S/. 4.45	S/. 24,376.28
02.01.06.00	ACARREO INTERNO, MAT.PROCEDENTE DE EXCAVACIONES Y DEMOLICION	m³	7457.6	S/. 17.76	S/. 132,447.46
02.01.07.00	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINA	m³	6413.0	S/. 23.67	S/. 151,796.58
02.02.00.00	**OBRAS DE CONCRETO SIMPLE (CEMENTO IP)**				**S/. 949,088.69**
02.02.01.00	SOLADO: CONCRETO C:H 1:12 e=3"	m²	3117.5	S/. 62.45	S/. 194,685.41
02.02.03.00	CIMIENTOS CORRIDOS.- CONCRETO CICLOPEO DE 100 Kg/ Cm2	m³	736.6	S/. 356.94	S/. 262,936.62
02.02.04.00	CIMIENTOS CORRIDOS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	1305.5	S/. 27.88	S/. 36,396.34
02.02.05.00	SOBRE-CIMIENTOS CORRIDOS.- CONCRETO CICLOPEO DE 175 Kg/Cm2 + 25	m³	350.9	S/. 367.51	S/. 128,956.39
02.02.06.00	SOBRE-CIMIENTOS CORRIDOS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	1074.6	S/. 31.41	S/. 33,754.43
02.02.07.00	FALSO PISO MEZCLA 1:8 E=4"	m²	5303.1	S/. 55.13	S/. 292,359.51
02.03.00.00	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**				
02.03.01.00	**ZAPATAS**				**S/. 377,304.95**
02.03.01.01	ZAPATAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	845.8	S/. 300.09	S/. 253,818.09
02.03.01.02	ZAPATAS .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	1217.8	S/. 63.78	S/. 77,671.16
02.03.01.03	ZAPATAS .-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	22458.7	S/. 2.04	S/. 45,815.70
02.03.03.00	**MUROS DE CONCRETO**				**S/. 122,643.88**
02.03.03.01	MURO DE CONCRETO.- 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	118.6	S/. 365.82	S/. 43,380.71
02.03.03.02	MURO DE CONCRET.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	1196.0	S/. 56.21	S/. 67,225.23
02.03.03.03	MURO DE CONCRETO.- ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	5651.6	S/. 2.13	S/. 12,037.95
02.03.04.00	**MUROS DE CONTENCION**				**S/. 444,383.02**
02.03.04.01	MUROS DE CONTENCION .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	619.7	S/. 365.82	S/. 226,709.39
02.03.04.02	MUROS DE CONTENCION.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	1865.9	S/. 56.21	S/. 104,884.82
02.03.04.03	MUROS DE CONTENCION.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	52952.5	S/. 2.13	S/. 112,788.80
02.03.05.00	**COLUMNAS**				**S/. 832,303.41**
02.03.05.01	COLUMNAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	601.5	S/. 365.82	S/. 220,023.21
02.03.05.02	COLUMNAS.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	6651.5	S/. 56.21	S/. 373,882.09
02.03.05.03	COLUMNAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	111924.0	S/. 2.13	S/. 238,398.12
02.03.07.00	**PLACAS**				**S/. 377,878.70**
02.03.07.01	PLACAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	327.6	S/. 365.82	S/. 119,834.29
02.03.07.02	PLACAS.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	2781.8	S/. 56.21	S/. 156,363.52
02.03.07.03	PLACAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	47737.5	S/. 2.13	S/. 101,680.89
02.03.08.00	**VIGAS**				**S/. 790,183.61**
02.03.08.01	VIGA.-CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	698.7	S/. 307.27	S/. 214,694.94
02.03.08.02	VIGA.-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	6783.0	S/. 62.83	S/. 426,176.98
02.03.08.03	VIGA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	70099.4	S/. 2.13	S/. 149,311.70
02.03.10.00	**LOSAS ALIGERADAS E=0.20m**				**S/. 568,658.63**
02.03.10.01	LOSA ALIGERADA .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	576.4	S/. 295.57	S/. 170,361.86
02.03.10.02	LOSA ALIGERADA.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	5233.8	S/. 46.46	S/. 243,161.42
02.03.10.03	LOSA ALIGERADA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	27650.6	S/. 2.13	S/. 58,895.72

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

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

02.03.10.04	LOSA ALIGERADA.- LADRILLO DE ARCILLA DE 15 x 30 x 30	und	39768.4	S/.	2.42	S/.	96,239.64
02.03.11.00	**LOSAS ALIGERADAS E=0.25m**					**S/.**	**11,990.39**
02.03.11.01	LOSA ALIGERADA E=0.25m .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	10.8	S/.	288.73	S/.	3,124.84
02.03.11.02	LOSA ALIGERADA E=0.25m .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	96.6	S/.	42.12	S/.	4,067.11
02.03.11.03	LOSA ALIGERADA E=0.25m .-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	999.0	S/.	2.13	S/.	2,127.79
02.03.11.04	LOSA ALIGERADA E=0.25m .- LADRILLO DE ARCILLA DE 20 x 30 x 30	und	686.5	S/.	3.89	S/.	2,670.65
02.03.12.00	**LOSAS MACIZAS**					**S/.**	**5,951.37**
02.03.12.01	LOSA MACIZA .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	3.9	S/.	323.49	S/.	1,260.32
02.03.12.02	LOSA MACIZA.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	69.9	S/.	59.92	S/.	4,190.80
02.03.12.03	LOSA MACIZA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	234.9	S/.	2.13	S/.	500.25
02.03.13.00	**CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS**					**S/.**	**69,604.63**
02.03.13.01	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS .- CONCRETO 280 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	89.2	S/.	383.03	S/.	34,147.12
02.03.13.02	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	479.1	S/.	57.62	S/.	27,604.59
02.03.13.03	CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	3686.8	S/.	2.13	S/.	7,852.92
02.03.14.00	**ESCALERAS**					**S/.**	**51,067.31**
02.03.14.01	ESCALERA .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	17.4	S/.	348.25	S/.	6,062.27
02.03.14.02	ESCALERA .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	582.1	S/.	72.76	S/.	42,352.29
02.03.14.03	ESCALERA.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	1245.4	S/.	2.13	S/.	2,652.75
02.03.15.00	**TRIBUNAS O GRADERIAS**					**S/.**	**366,869.06**
02.03.15.01	GRADERIAS O TRIBUNAS .- CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	624.5	S/.	348.25	S/.	217,493.67
02.03.15.02	GRADERIAS O TRIBUNAS .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	2298.3	S/.	49.57	S/.	113,924.90
02.03.15.03	GRADERIAS O TRIBUNAS: ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	16643.4	S/.	2.13	S/.	35,450.49
02.03.16.00	**PISCINA**					**S/.**	**129,367.82**
02.03.16.01	PISCINA .- CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	165.0	S/.	365.82	S/.	60,358.53
02.03.16.02	PISCINA .- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	551.9	S/.	56.21	S/.	31,021.85
02.03.16.03	PISCINA: ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	17834.5	S/.	2.13	S/.	37,987.44
02.03.17.00	**RAMPAS**					**S/.**	**2,853.08**
02.03.17.01	RAMPAS .- CONCRETO 210 KG/CM2 (CEMENTO IP)	m³	6.0	S/.	348.25	S/.	2,105.08
02.03.17.02	RAMPAS- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	3.4	S/.	72.76	S/.	247.38
02.03.17.03	RAMPAS.-ACERO Fy=4200 Kg/cm2	kg	235.0	S/.	2.13	S/.	500.62
	COSTO DIRECTO					**S/.**	**5,755,113.04**
	GASTOS GENERALES		10%			S/.	575,511.30
	UTILIDAD		7%			S/.	402,857.91
	SUBTOTAL					**S/.**	**6,733,482.26**
	IGV		18%			S/.	1,212,026.81
	TOTAL					**S/.**	**7,945,509.07**
	*SON SIETE MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS NUEVE CON 07/100 NUEVOS SOLES						

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

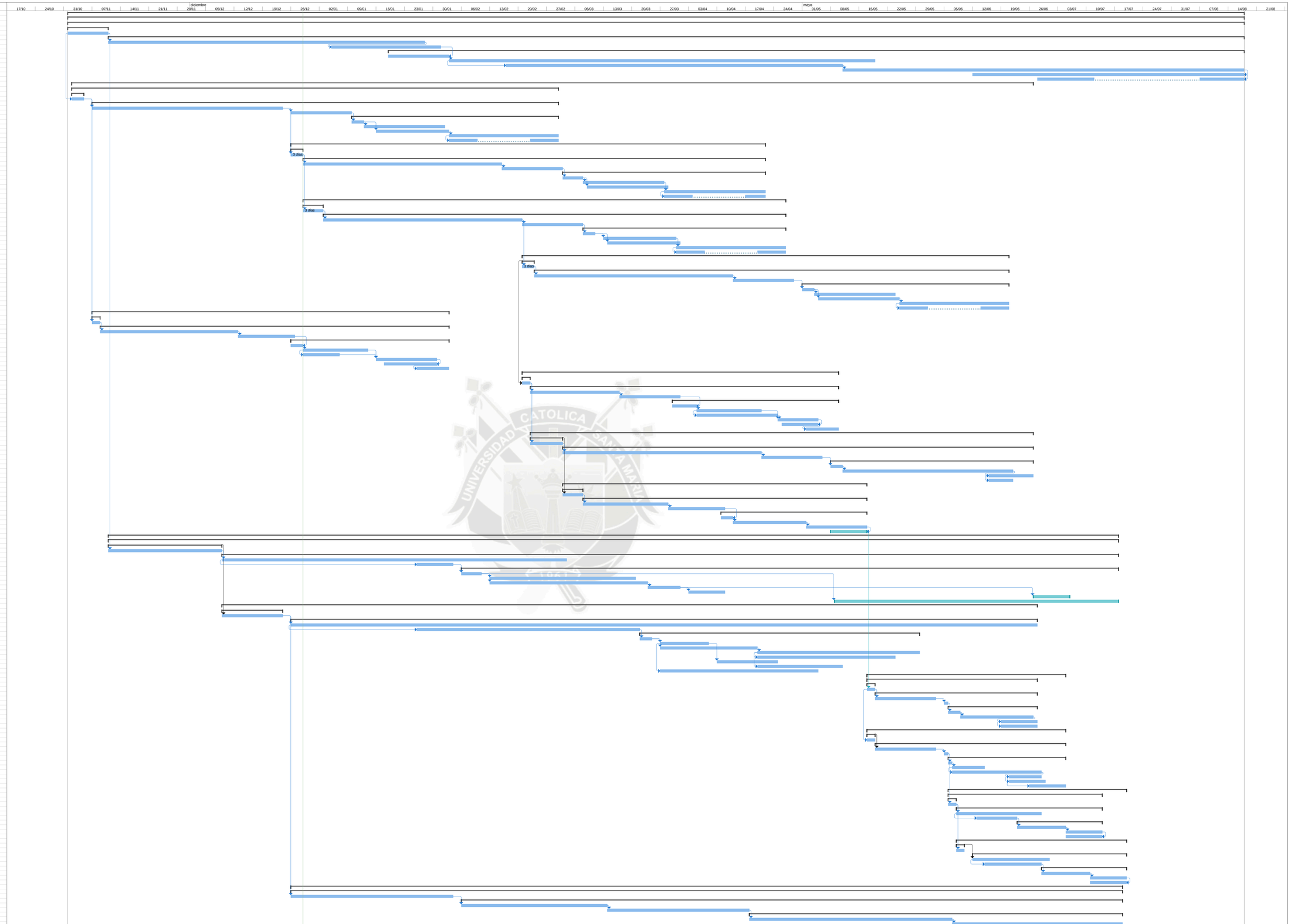
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Anexo 4

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

Id	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras
1		Institución Educativa Juana Cervantes	208 días	
2		Zona administrativa	208 días	
3		Pabellon 01	208 días	
4		Obras provisionales y trabajos preliminares	8 días	
5		Trabajos preliminares	8 días	
6		Estructuras	200 días	
7		Movimiento de Tierras	56 días	**5**
8		Obras de concreto simple	19 días	**7FC-17 días**
9		Obras de concreto armado	151 días	
10		Zapatas	11 días	**8FF+2 días**
11		Columnas	75 días	**10**
12		Placas	59 días	**11CC+10 días**
13		Vigas	71 días	**12**
14		Losas aligeradas e=0.20 cm	49 días	**13FF**
15		Escaleras	19 días	**14FF**
16		Zona académica	169 días	
17		Pabellon 02	86 días	
18		Obras provisionales y trabajos preliminares	3 días	
19		Trabajos preliminares	3 días	**5CC+1 día**
20		Estructuras	83 días	
21		Movimiento de Tierras	35 días	**19**
22		Obras de concreto simple	11 días	**21**
23		Obras de concreto armado	37 días	
24		Zapatas	3 días	**22**
25		Columnas	14 días	**24**
26		Placas	14 días	**24FC+1 día**
27		Vigas	19 días	**26**
28		Losas aligeradas e=0.20 cm	10 días	**27CC**
29		Pabellon 03	85 días	
30		Obras provisionales y trabajos preliminares	3 días	
31		Trabajos preliminares	3 días	**21**
32		Estructuras	82 días	
33		Movimiento de Tierras	35 días	**31**
34		Obras de concreto simple	11 días	**33**
35		Obras de concreto armado	36 días	
36		Zapatas	3 días	**34**
37		Columnas	14 días	**36**
38		Placas	14 días	**36FC+1 día**
39		Vigas	19 días	**37**
40		Losas aligeradas e=0.20 cm	10 días	**39CC**
41		Pabellon 04	85 días	
42		Obras provisionales y trabajos preliminares	3 días	
43		Trabajos preliminares	3 días	**31**
44		Estructuras	82 días	
45		Movimiento de Tierras	35 días	**43**
46		Obras de concreto simple	11 días	**45**
47		Obras de concreto armado	36 días	
48		Zapatas	3 días	**46**
49		Columnas	14 días	**48**
50		Placas	14 días	**48FC+1 día**
51		Vigas	19 días	**49**
52		Losas aligeradas e=0.20 cm	10 días	**51CC**
53		Pabellon 05	86 días	
54		Obras provisionales y trabajos preliminares	3 días	
55		Trabajos preliminares	3 días	**45**
56		Estructuras	83 días	
57		Movimiento de Tierras	35 días	**55**
58		Obras de concreto simple	11 días	**57**
59		Obras de concreto armado	37 días	
60		Zapatas	3 días	**58**
61		Columnas	14 días	**60**
62		Placas	14 días	**60FC+1 día**
63		Vigas	19 días	**62**
64		Losas aligeradas e=0.20 cm	10 días	**63CC**
65		Pabellon 06	64 días	
66		Obras provisionales y trabajos preliminares	2 días	
67		Trabajos preliminares	2 días	**19**
68		Estructuras	62 días	
69		Movimiento de Tierras	24 días	**67**
70		Obras de concreto simple	10 días	**69**
71		Obras de concreto armado	29 días	
72		Zapatas	3 días	**70FF+2 días**
73		Columnas	12 días	**72**
74		Placas	7 días	**73CC**
75		Vigas	11 días	**74,73**
76		Losas aligeradas e=0.20 cm	9 días	**75FF**
77		Escaleras	6 días	**76FC-3 días**
78		Talleres	56 días	
79		Obras provisionales y trabajos preliminares	2 días	
80		Trabajos preliminares	2 días	**54CC**
81		Estructuras	54 días	
82		Movimiento de Tierras	16 días	**80**
83		Obras de concreto simple	11 días	**82**
84		Obras de concreto armado	29 días	
85		Zapatas	4 días	**83FF+2 días**
86		Columnas	12 días	**85**
87		Placas	14 días	**86CC**
88		Vigas	8 días	**87,86**
89		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**88FF**
90		Escaleras	6 días	**89FC-3 días**
91		SUM	88 días	
92		Obras provisionales y trabajos preliminares	6 días	
93		Trabajos preliminares	6 días	**80**
94		Estructuras	82 días	
95		Movimiento de Tierras	35 días	**93**
96		Obras de concreto simple	11 días	**95**
97		Obras de concreto armado	36 días	
98		Zapatas	3 días	**96**
99		Columnas	30 días	**98**
100		Vigas	7 días	**99FC-4 días**
101		Losas aligeradas e=0.20 cm	4 días	**100CC**
102		Foyer	53 días	
103		Obras provisionales y trabajos preliminares	3 días	
104		Trabajos preliminares	3 días	**92**
105		Estructuras	50 días	
106		Movimiento de Tierras	15 días	**104**
107		Obras de concreto simple	10 días	**106**
108		Obras de concreto armado	26 días	
109		Zapatas	3 días	**107FF+2 días**
110		Columnas	12 días	**109**
111		Vigas	11 días	**110**
112		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**111FF**
113		Zona recreativa	177 días	
114		Polideportivo	177 días	
115		Obras provisionales y trabajos preliminares	20 días	
116		Trabajos preliminares	20 días	**5**
117		Estructuras	157 días	
118		Movimiento de Tierras	61 días	**116**
119		Obras de concreto simple	7 días	**118CC+34 días**
120		Obras de concreto armado	116 días	
121		Zapatas	5 días	**119**
122		Muros de concreto	26 días	**121**
123		Columnas	29 días	**121**
124		Vigas	6 días	**123**
125		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**124**
126		Losas aligeradas e=0.25 cm	7 días	**124**
127		Tribunas o graderías	50 días	**121**
128		Piscina	143 días	
129		Obras provisionales y trabajos preliminares	11 días	
130		Trabajos preliminares	11 días	**115**
131		Estructuras	132 días	
132		Movimiento de Tierras	132 días	**130**
133		Obras de concreto simple	39 días	**132CC+23 días**
134		Obras de concreto armado	49 días	
135		Zapatas	3 días	**133**
136		Muros de concreto	10 días	**135**
137		Columnas	18 días	**135**
138		Vigas	28 días	**137**
139		Losas aligeradas e=0.20 cm	24 días	**138CC**
140		Tribunas o graderías	11 días	**136**
141		Cisterna y cuarto de bombas	15 días	**138CC**
142		piscina	29 días	**136CC**
143		Zona de circulación	35 días	
144		Corredor central	30 días	
145		Obras provisionales y trabajos preliminares	2 días	
146		Trabajos preliminares	2 días	**112**
147		Estructuras	28 días	
148		Movimiento de Tierras	11 días	**146**
149		Obras de concreto simple	1 día	**148**
150		Obras de concreto armado	16 días	
151		Zapatas	3 días	**149**
152		Columnas	12 días	**151**
153		Vigas	7 días	**152FC-6 días**
154		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**153CC**
155		Ascensor	35 días	
156		Obras provisionales y trabajos preliminares	2 días	
157		Trabajos preliminares	2 días	**146CC**
158		Estructuras	33 días	
159		Movimiento de Tierras	11 días	**156**
160		Obras de concreto simple	1 día	**159**
161		Obras de concreto armado	21 días	
162		Zapatas	1 día	**160**
163		Columnas	6 días	**162**
164		Placas	16 días	**163CC**
165		Vigas	6 días	**164FC-6 días**
166		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**165CC**
167		Losas maczas	7 días	**166CC+3 días**
168		Estructuras secundarias	32 días	
169		Cafetería	28 días	
170		Obras provisionales y trabajos preliminares	2 días	
171		Trabajos preliminares	2 días	**160**
172		Estructuras	26 días	
173		Movimiento de Tierras	15 días	**171**
174		Obras de concreto simple	8 días	**173CC+3 días**
175		Obras de concreto armado	15 días	
176		Columnas	8 días	**174**
177		Vigas	7 días	**176**
178		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**177FF**
179		SS.HH.	30 días	
180		Obras provisionales y trabajos preliminares	2 días	
181		Trabajos preliminares	2 días	**171**
182		Estructuras	28 días	
183		Movimiento de Tierras	15 días	**180**
184		Obras de concreto simple	10 días	**183CC+3 días**
185		Obras de concreto armado	15 días	
186		Columnas	8 días	**184**
187		Vigas	7 días	**186**
188		Losas aligeradas e=0.20 cm	7 días	**187FF**
189		Cerco perimétrico	147 días	
190		Obras provisionales y trabajos preliminares	147 días	
191		Trabajos preliminares	30 días	**130**
192		Estructuras	117 días	
193		Movimiento de Tierras	26 días	**191**
194		Obras de concreto simple	25 días	**193**
195		Obras de concreto armado	66 días	
196		Muros de contención	36 días	**194**
197		Columnas	30 días	**196**



CL PACHECO, TORIBIO

PROPIEDAD DE TERCEROS

POZO ELECTRICO

DEPOSITO

TALLERES

SS.HH.

ESCALERA

PASILLO

PABELLON 4

PABELLON 5

PABELLON 6

ESCALERA

PASILLO TECHADO

CAFETERIA

PASILLO

PABELLON 3

PABELLON 2

ESCALERA

SS.HH.

JARDIN

AV. LA MARINA

POLIDEPORTIVO

ACEQUIA CANALIZADA y TECHADA

PISCINA

PASILLO

COBERTURA DE LONA TENSIONADA

SUM

MEZANINE

FOYER

PABELLON 1

INGRESO SECUNDARIO

FERIA LA M

TERCEROS PROPIEDAD DE

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

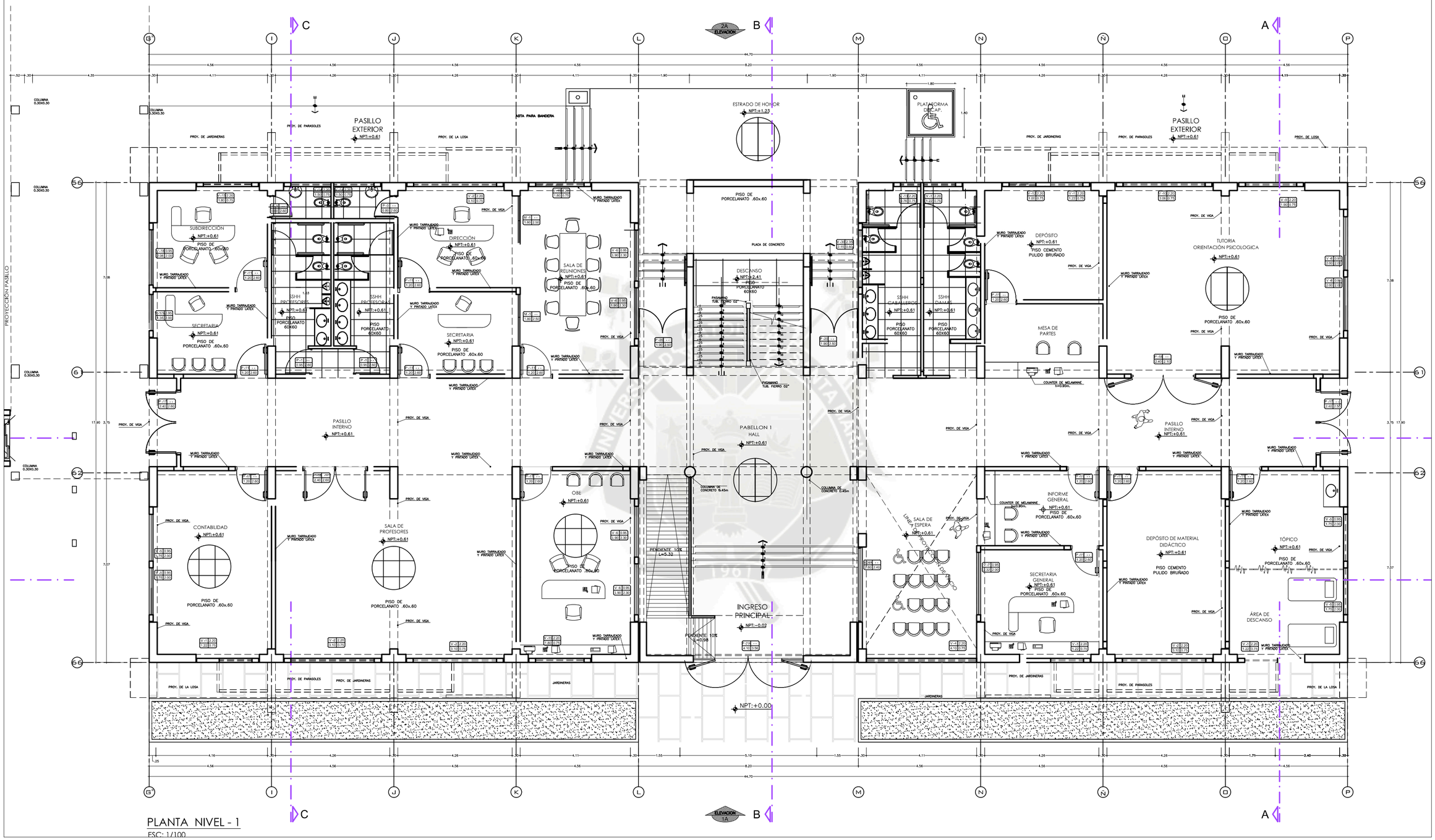
PLANO:
PLANO GENERAL DE TECHOS

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

LAMINA:
PG–01

ESCALA:
INDICADA

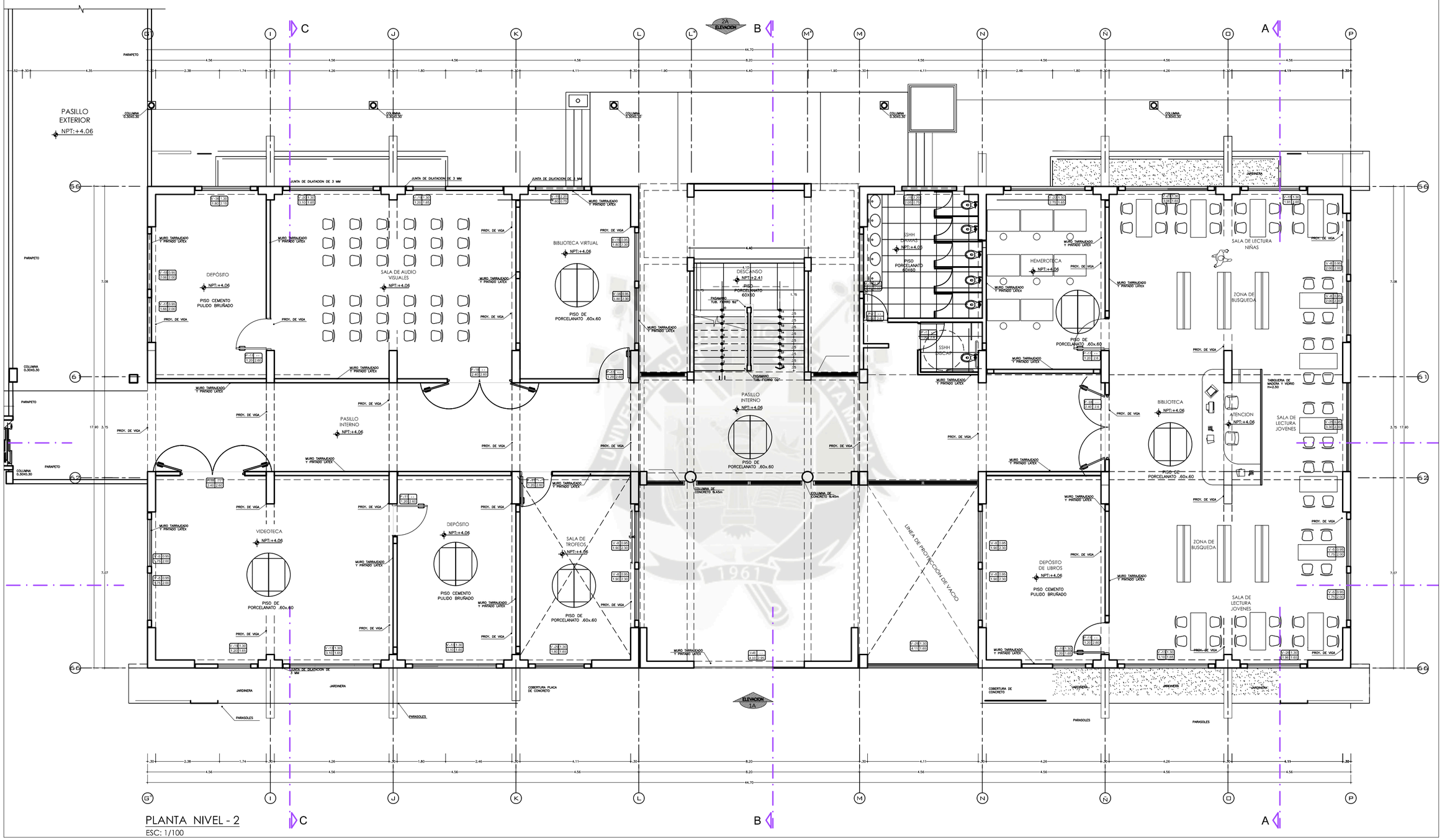
FECHA:
DICIEMBRE 2016



PLANTA NIVEL - 1

ESC: 1/100

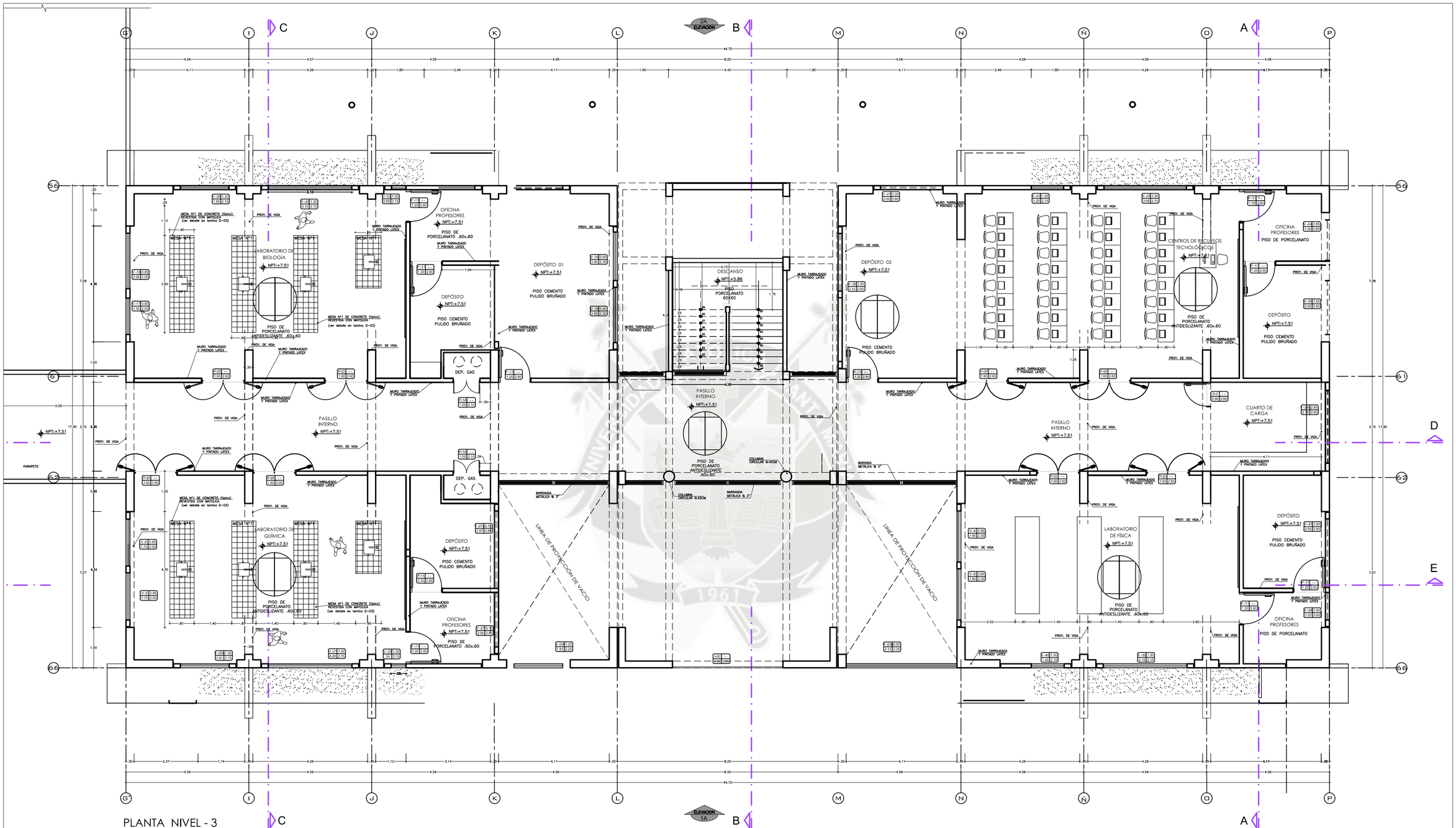
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VIVANCONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: PABELLON 01– PLANTA 01	
DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875	LAMINA: A–01
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016



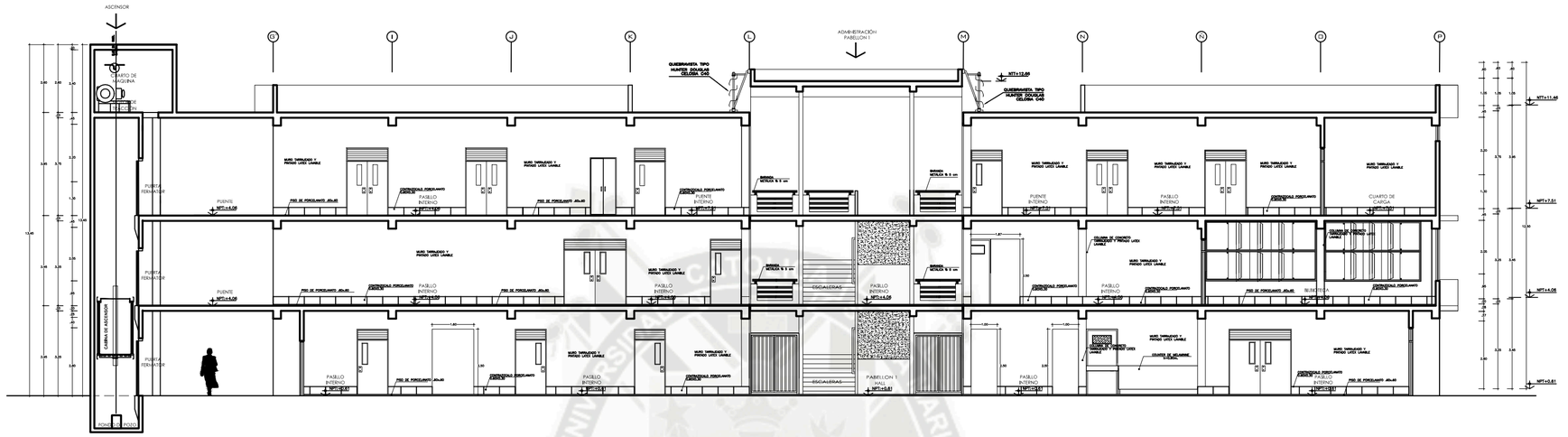
PLANTA NIVEL - 2

ESC: 1/100

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: PABELLON 01– PLANTA 02	
DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875	LAMINA: A-02
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016

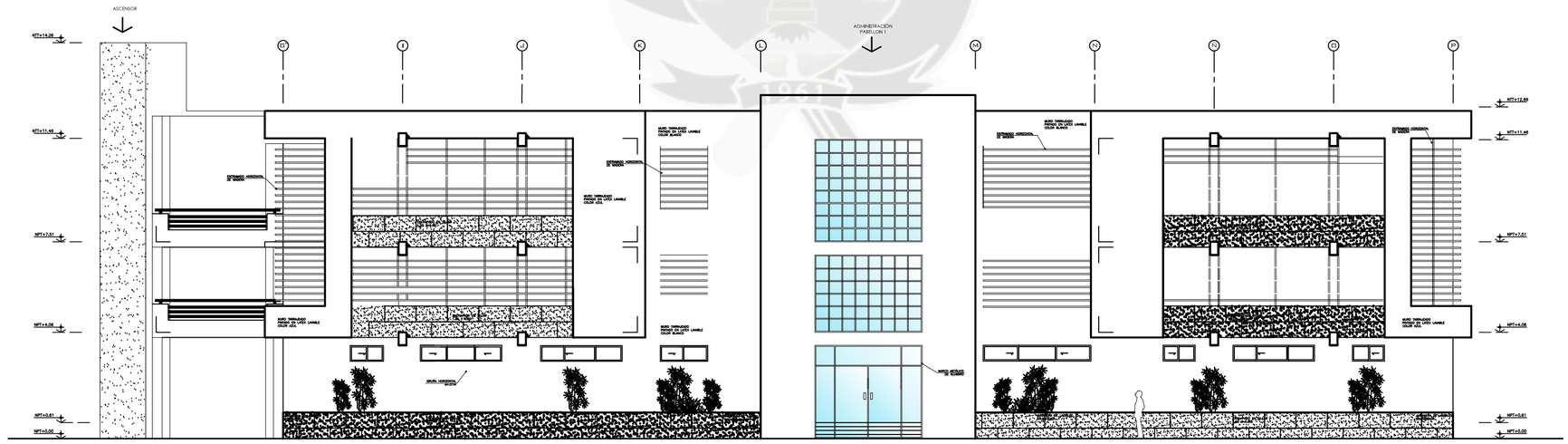


UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: PABELLON 01– PLANTA 03	
DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875	LAMINA: A–03
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016



CORTE LONGITUDINAL D - D

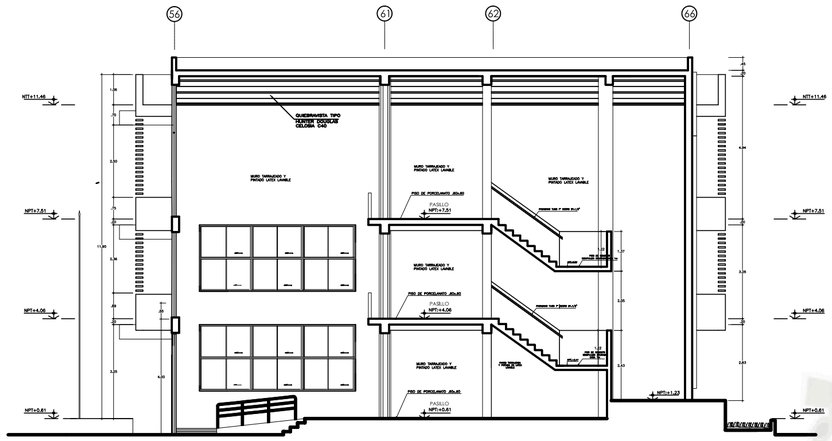
ESC: 1/150



ELEVACIÓN FRONTAL

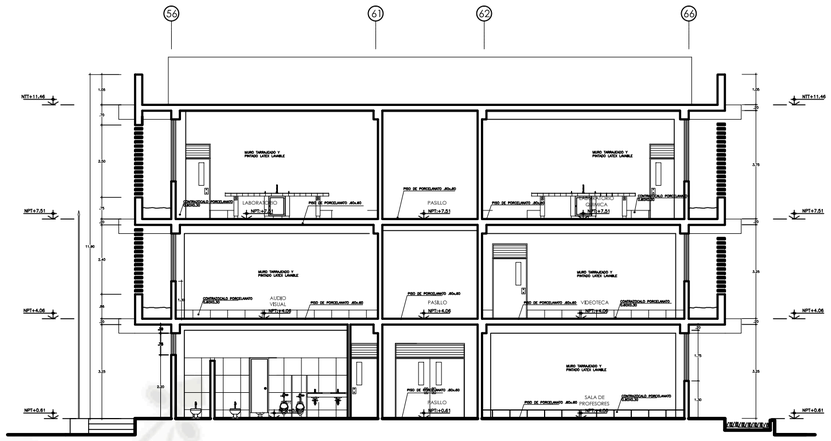
ESC: 1/150

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JUUSSA KATHERINE BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: PABELLON 01– ELEVACION	
DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875	LAMINA: A–04
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016



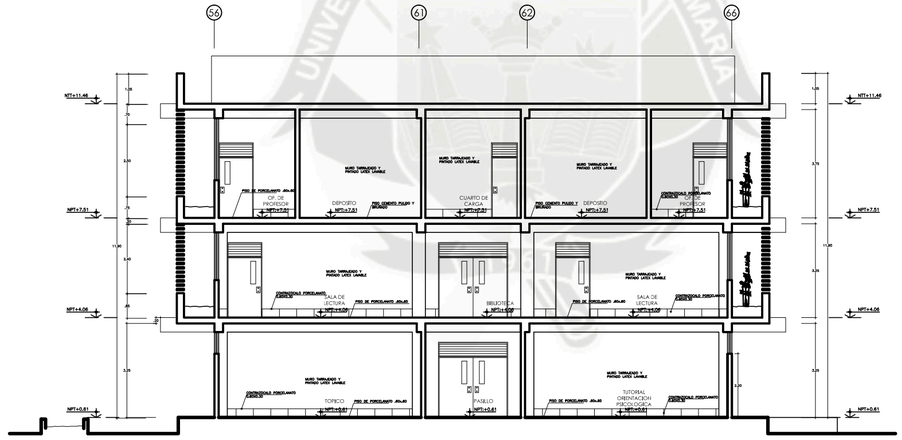
CORTE TRANSVERSAL B - B

ESC: 1/150



CORTE TRANSVERSAL C - C

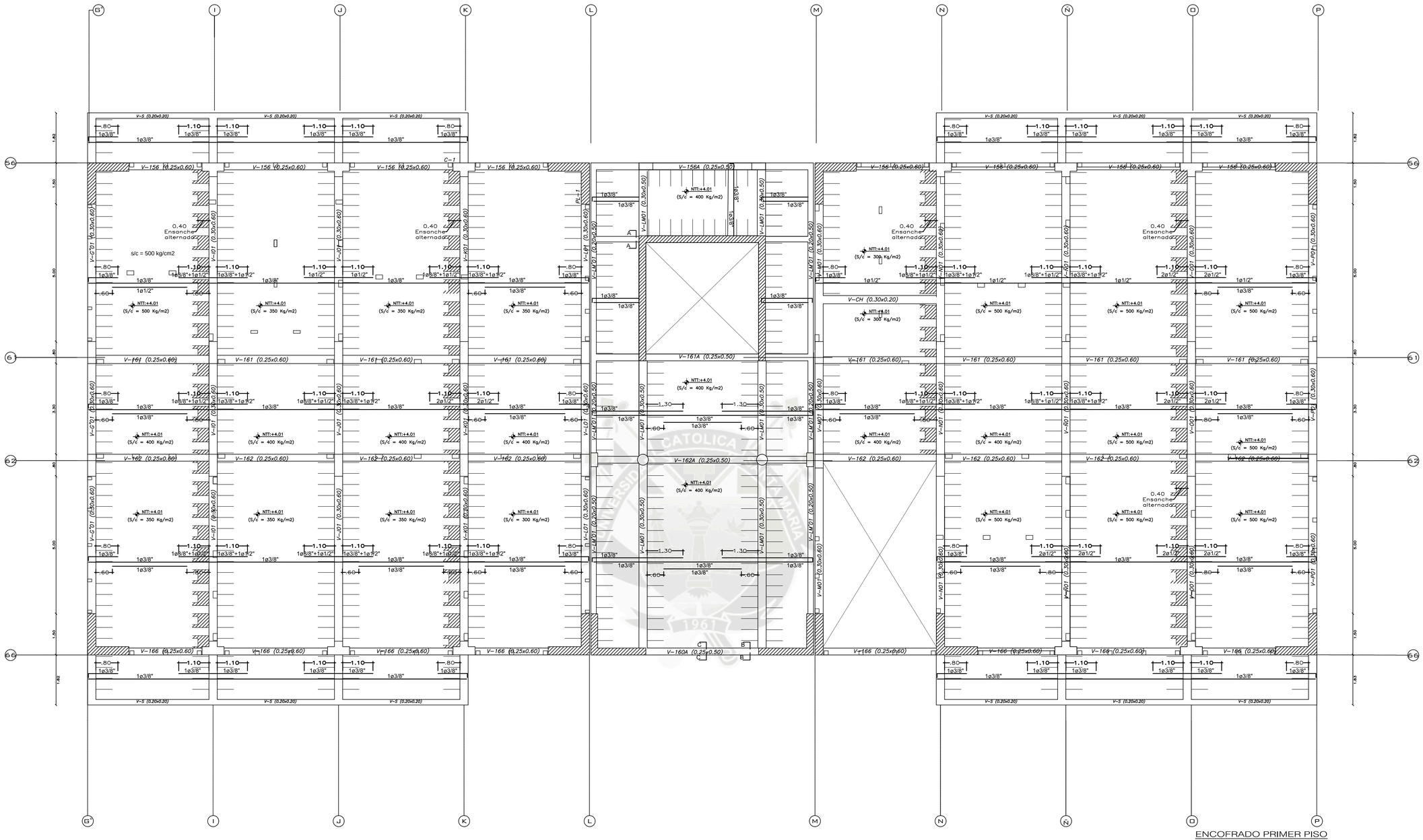
ESC: 1/150



CORTE TRANSVERSAL A - A

ESC: 1/150

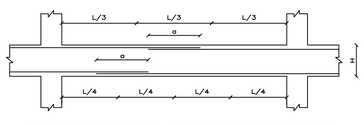
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"		
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA		
PLANO: PABELLON 01– CORTES		
DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875		LAMINA: A–05
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016	



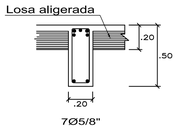
ENCOFRADO PRIMER PISO

ESCALA : 1 / 75

ALIGERADO h=0.20

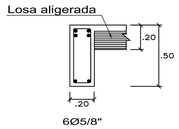


EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS



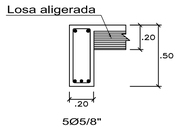
CORTE A-A

ESC. 1:50



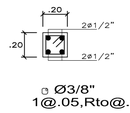
CORTE B-B

ESC. 1:50



CORTE C-C

ESC. 1:50

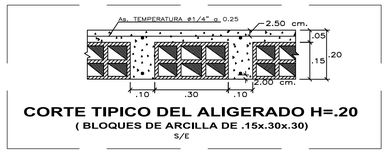


Ø3/8"
1@.05,Rto@.15

VIGA V-S (0.20 X 0.20)

ESC. 1:50

VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

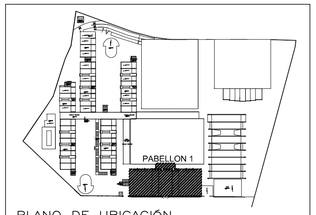


CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20

(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)

S/E

SOBRECARGAS	
AULAS:	250 kg/cm2
TALLERES:	350 kg/cm2
LABORATORIOS:	300 kg/cm2
CORREDORES:	400 kg/cm2
ESCALERAS:	400 kg/cm2
ALMACENES Y SERVICIOS:	500 kg/cm2
AZOTEAS:	100 kg/cm2



PLANO DE UBICACIÓN

PABELLÓN 01

Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:

BACH. GABRIELA SALINOVA VAMONTE ALVAREZ

BACH. JULISSA KATHERINE MEDINA MANSILLA

PLANO:

PABELLON 01 – ENCOFRADOS Y VIGAS PLANTA 01

LAMINA:

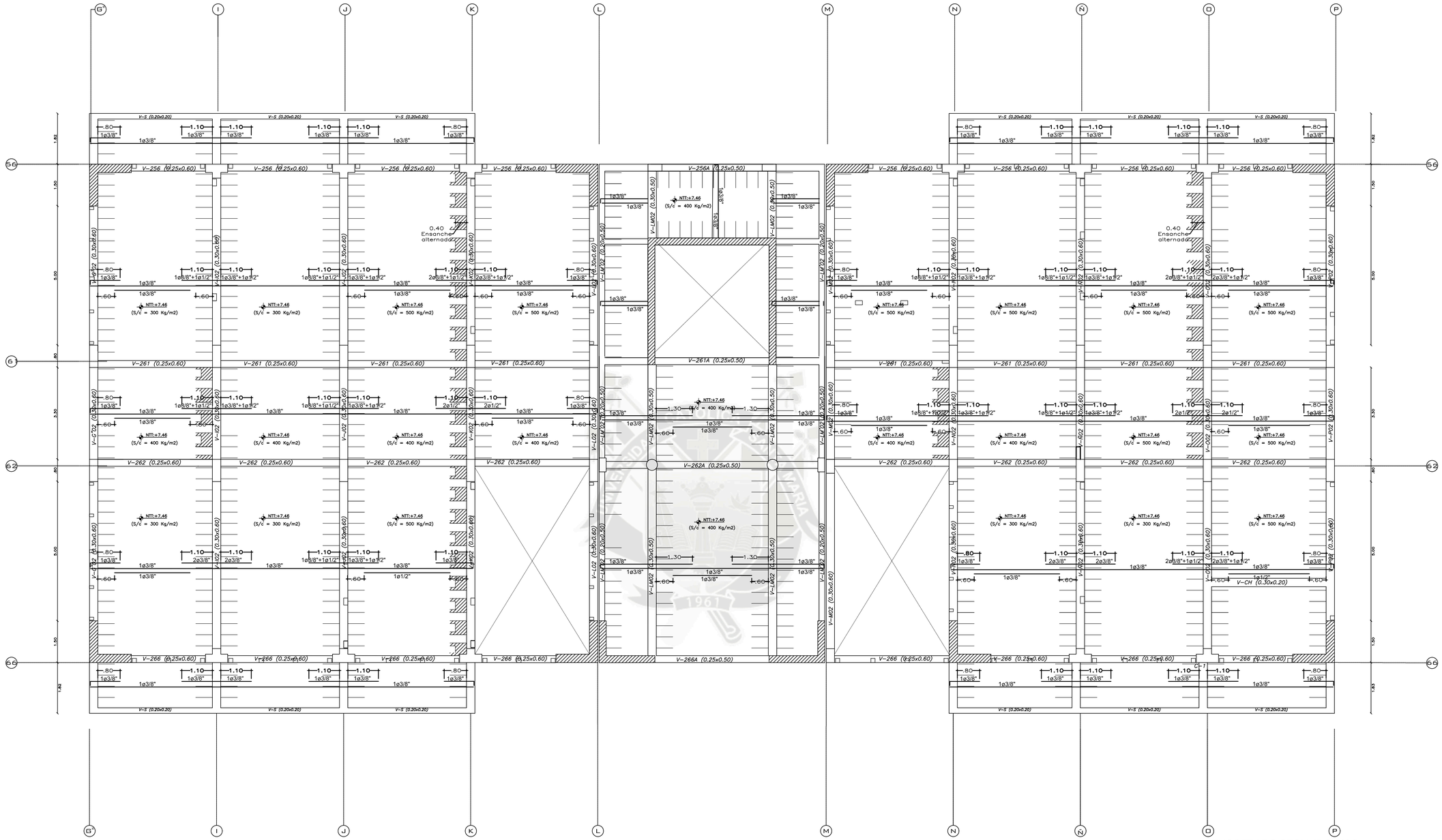
E-01

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

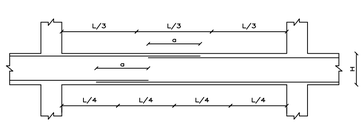
NOVIEMBRE 2016



ENCOFRADO SEGUNDO PISO

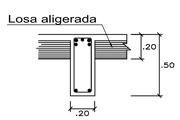
ESCALA : 1 / 75

ALIGERADO h=0.20



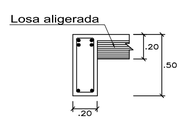
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90



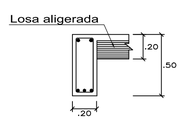
CORTE A-A

ESC. 1:50



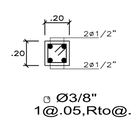
CORTE B-B

ESC. 1:50



CORTE C-C

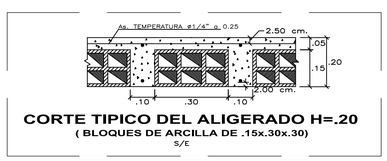
ESC. 1:50



Ø3/8"
1@.05,Rto@.15

VIGA V-S (0.20 X 0.20)

ESC. 1:50

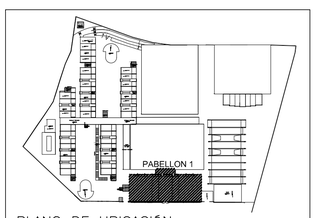


CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20

(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)

S/E

SOBRECARGAS	
AULAS:	250 kg/cm2
TALLERES:	350 kg/cm2
LABORATORIOS:	300 kg/cm2
CORREDORES:	400 kg/cm2
ESCALERAS:	400 kg/cm2
ALMACENES Y SERVICIOS:	500 kg/cm2
AZOTEAS:	100 kg/cm2



PLANO DE UBICACIÓN

PABELLÓN 01

Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES: BACH. GABRIELA SALINOVA VIAMONTE ALVAREZ
BACH. JULISSA KATHERINE MEDINA MANSILLA

PLANO: PABELLON 01 – ENCOFRADOS Y VIGAS PLANTA 02

LAMINA: E-02

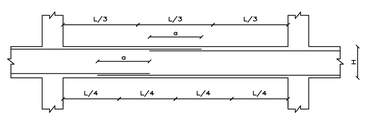
ESCALA: INDICADA

FECHA: NOVIEMBRE 2016

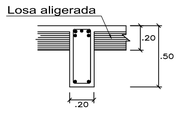
ENCOFRADO TERCER PISO

ESCALA : 1 / 75

ALIGERADO h=0.20



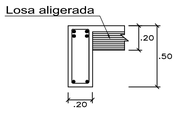
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS



7Ø5/8"

CORTE A-A

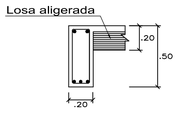
ESC. 1:50



6Ø5/8"

CORTE B-B

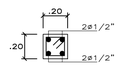
ESC. 1:50



5Ø5/8"

CORTE C-C

ESC. 1:50

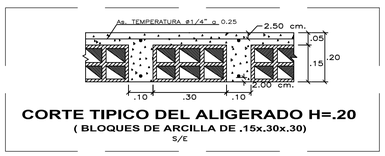


Ø 3/8"
1@.05,Rto@.15

VIGA V-S (0.20 X 0.20)

ESC. 1:50

VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

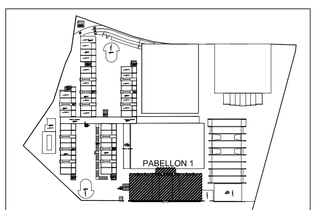


CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20

(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)

S/E

SOBRECARGAS	
AULAS:	250 kg/cm2
TALLERES:	350 kg/cm2
LABORATORIOS:	300 kg/cm2
CORREDORES:	400 kg/cm2
ESCALERAS:	400 kg/cm2
ALMACENES Y SERVICIOS:	500 kg/cm2
AZOTEAS:	100 kg/cm2



PLANO DE UBICACIÓN

PABELLÓN 01

Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

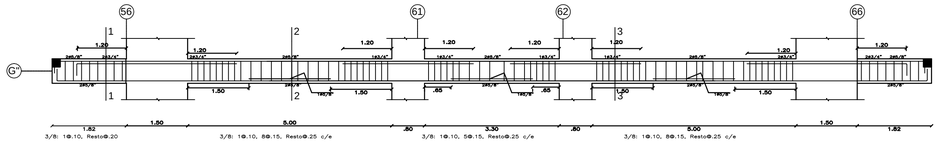
INTEGRANTES: BACH. GABRIELA SALINOVA VIAMONTE ALVAREZ
BACH. JULISSA KATHERINE MEDINA MANSILLA

PLANO: PABELLON 01 – ENCOFRADOS Y VIGAS PLANTA 03

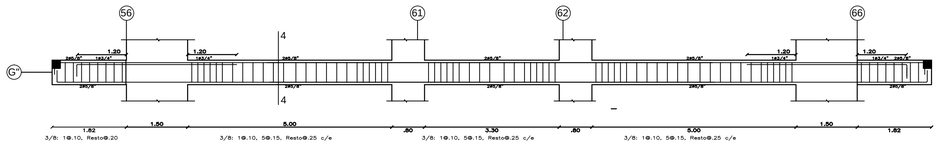
LAMINA: E-03

ESCALA: INDICADA

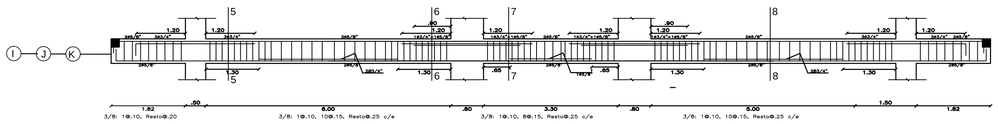
FECHA: NOVIEMBRE 2016



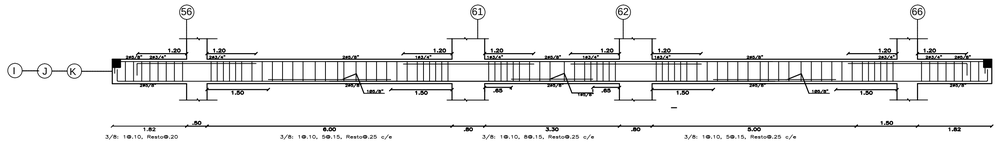
VIGA V-G"01, VG"02 (0.30x 0.60)
VIGA V-L01, VL02 (0.30x 0.60)



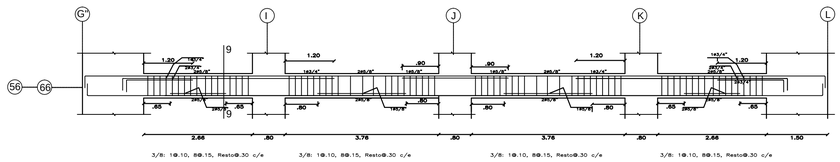
VIGA V-G"03 (0.30x 0.60)
VIGA V-L03 (0.30x 0.60)



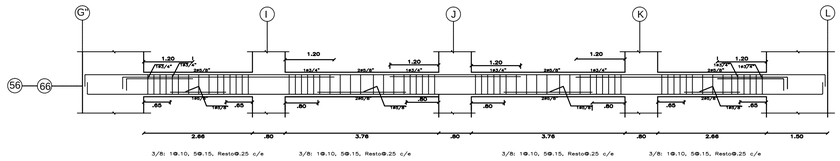
VIGA V-I01, V-I02 (0.30x 0.60)
VIGA V-J01, V-J02 (0.30x 0.60)
VIGA V-K01, V-K02 (0.30x 0.60)



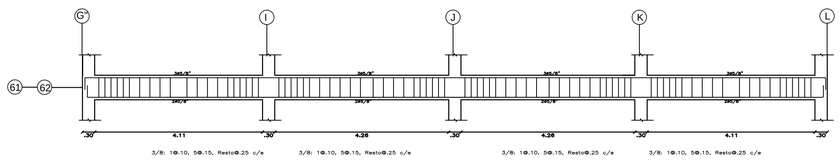
VIGA V-I03 (0.30x 0.60)
VIGA V-J03 (0.30x 0.60)
VIGA V-K03 (0.30x 0.60)



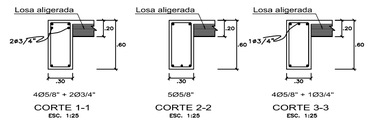
VIGA V-156, V-166 (0.25x 0.60)
VIGA V-256, V-266 (0.25x 0.60)

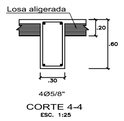


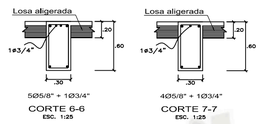
VIGA V-356, V-366 (0.25x 0.60)

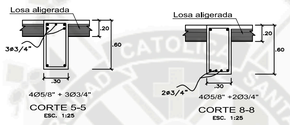


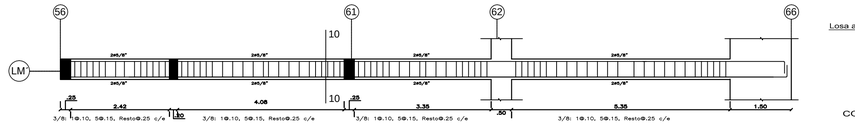
VIGA V-161, V-162 (0.25x 0.60)
VIGA V-261, V-262 (0.25x 0.60)
VIGA V-361, V-362 (0.25x 0.60)



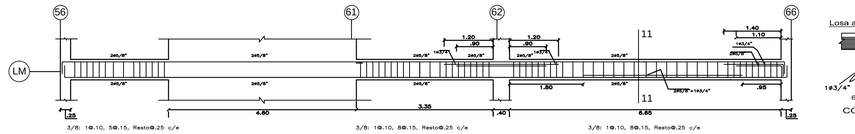




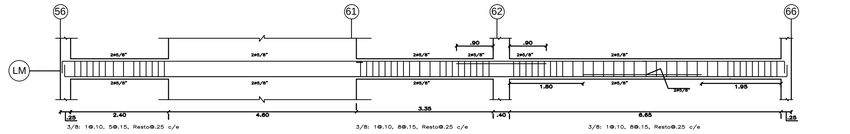




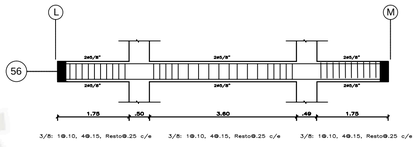
VIGA V-LM´01, V-LM´02, V-LM´03 (0.20x 0.50)



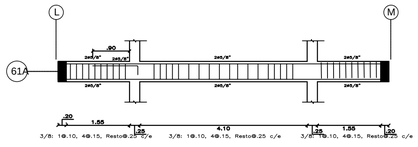
VIGA V-LM01, V-LM02 (0.30x 0.50)



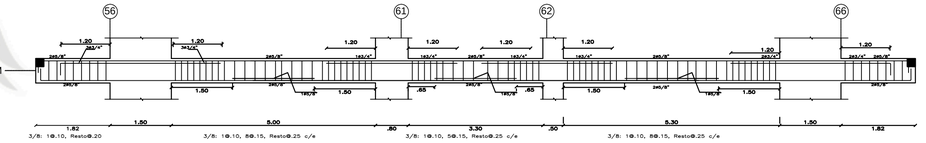
VIGA V-LM03 (0.30x 0.50)



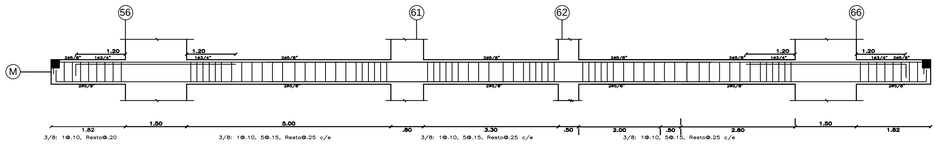
VIGA V-156A, V-256A, v-356A (0.25x 0.50)



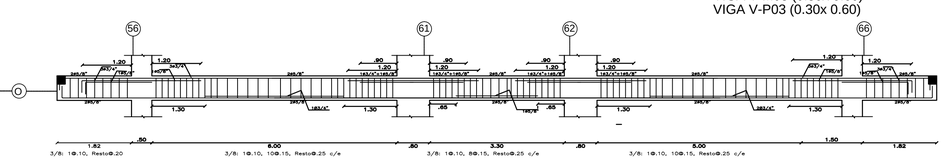
VIGA V-161A, V-261A, v-361A (0.25x 0.50)
VIGA V-162A, V-262A, v-362A (0.25x 0.50)



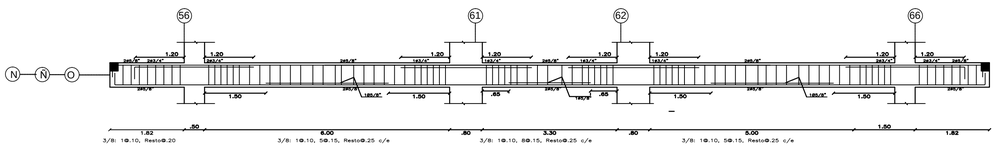
VIGA V-M01, VM02 (0.30x 0.60)
VIGA V-P01, VP02 (0.30x 0.60)



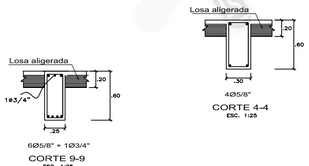
VIGA V-M03 (0.30x 0.60)
VIGA V-P03 (0.30x 0.60)

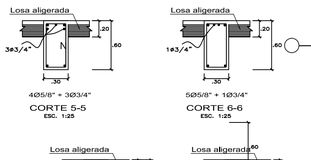


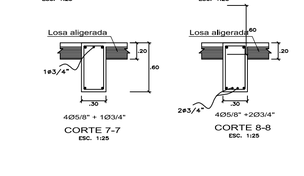
VIGA V-I01, V-I02 (0.30x 0.60)
VIGA V-J01, V-J02 (0.30x 0.60)
VIGA V-K01, V-K02 (0.30x 0.60)



VIGA V-I03 (0.30x 0.60)
VIGA V-J03 (0.30x 0.60)
VIGA V-K03 (0.30x 0.60)





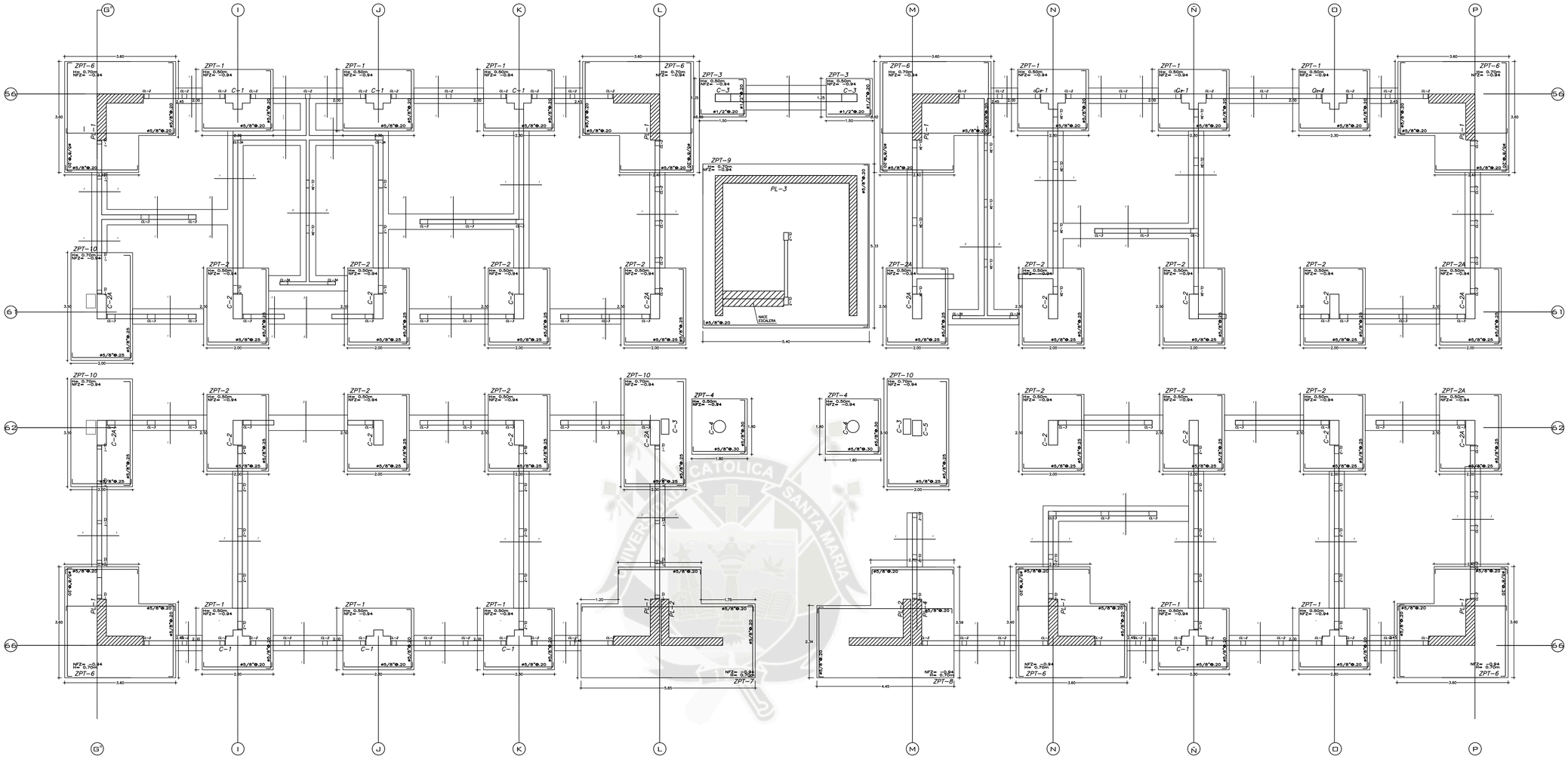


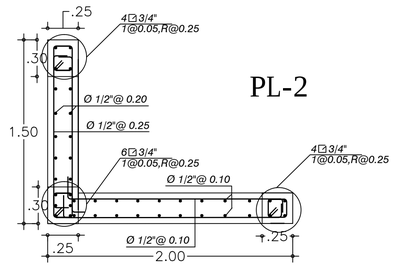
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

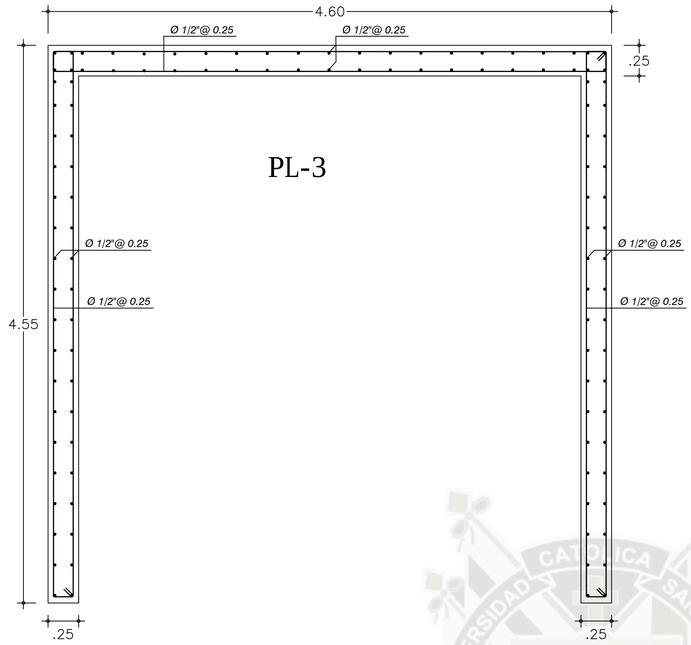
INTEGRANTES: BACH. GABRIELA SALINOVA VAMONTE ALVAREZ
BACH. JULISSA KATHERINE MEDINA MANSILLA

PLANO: PABELLON 01 – DETALLES DE VIGAS
LAMINA: E-04
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE 2016

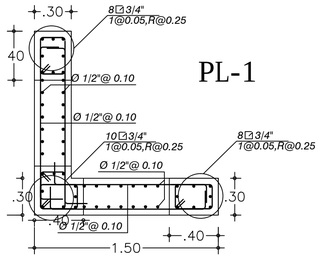

G'
I
J
K
L
M
N
Ñ
O
P
5G
6
6'
6G
ZPT-6
ZPT-1
ZPT-10
ZPT-2
ZPT-3
ZPT-9
ZPT-4
ZPT-2A
ZPT-7
ZPT-8
C-1
C-2
C-2A
C-3
C-4
C-5
PL-1
PL-3
ESCALERA
NPT= 0.50m
NPF= -0.94
NPF= -0.84
NPF= -0.74
NPF= -0.64
NPF= -0.54
NPF= -0.44
NPF= -0.34
NPF= -0.24
NPF= -0.14
NPF= -0.04
NPF= 0.06
NPF= 0.16
NPF= 0.26
NPF= 0.36
NPF= 0.46
NPF= 0.56
NPF= 0.66
NPF= 0.76
NPF= 0.86
NPF= 0.96
NPF= 1.06
NPF= 1.16
NPF= 1.26
NPF= 1.36
NPF= 1.46
NPF= 1.56
NPF= 1.66
NPF= 1.76
NPF= 1.86
NPF= 1.96
NPF=



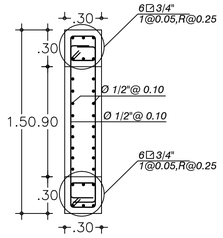
PL-2



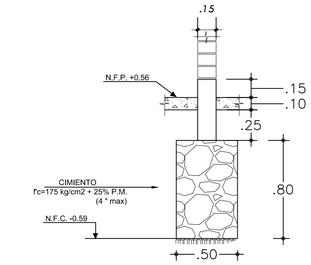
PL-3



PL-1

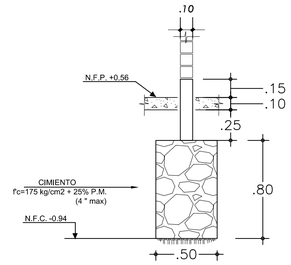


PL-4



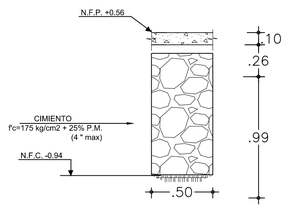
CORTE 1-1

ESCALA: 1/25



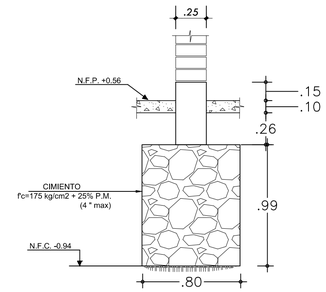
CORTE 2-2

ESCALA: 1/25



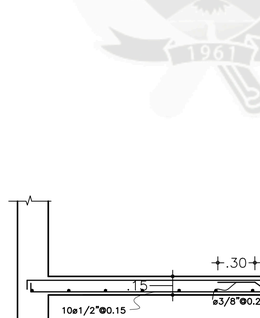
CORTE 3-3

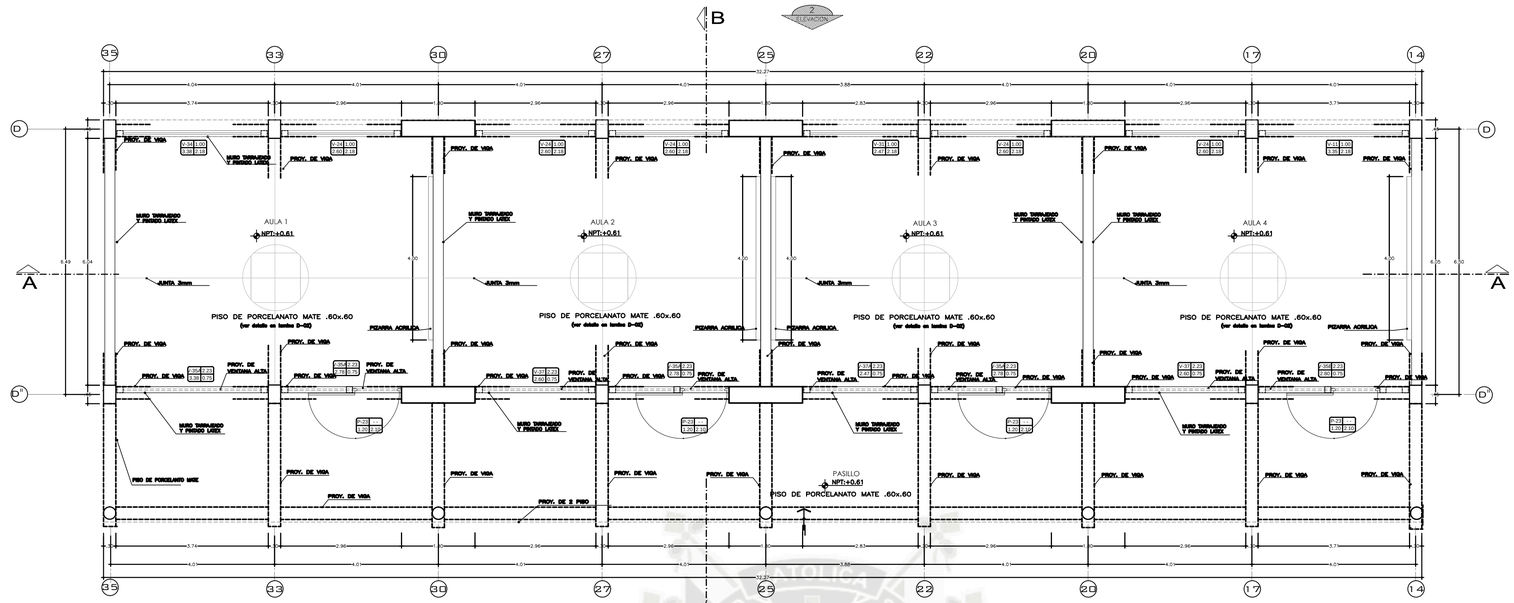
ESCALA: 1/25



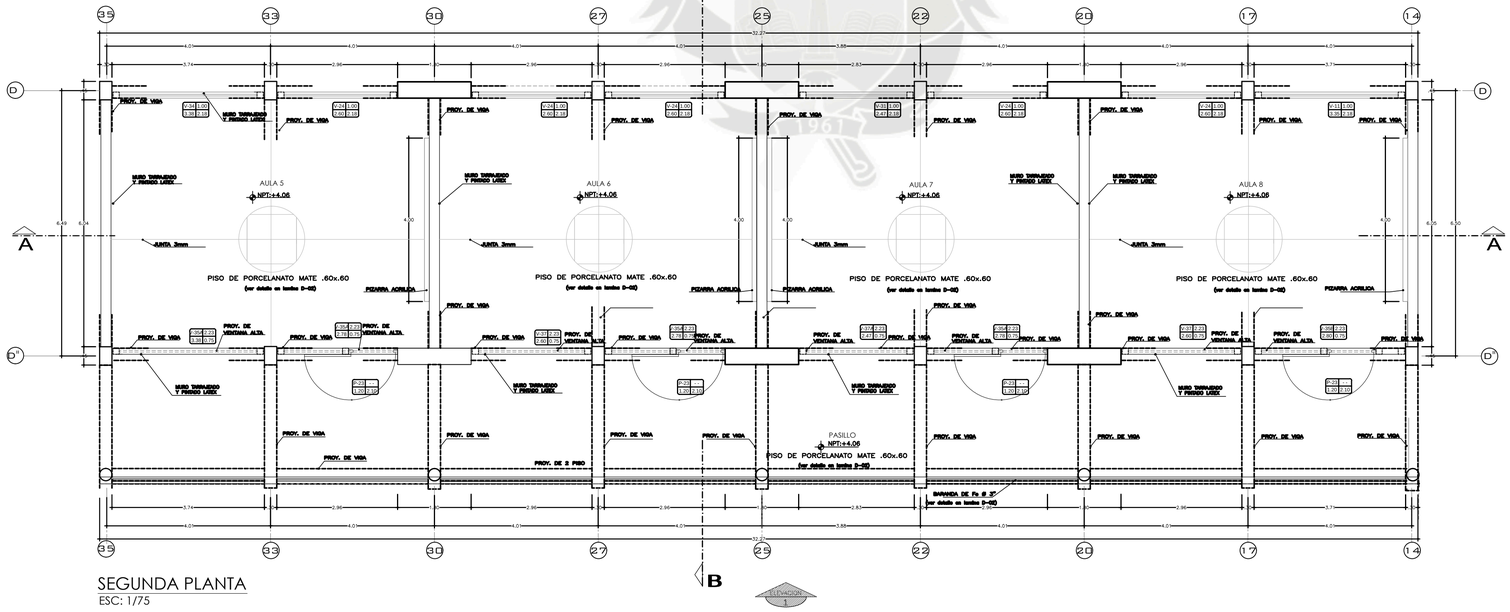
CORTE 4-4

ESCALA: 1/25

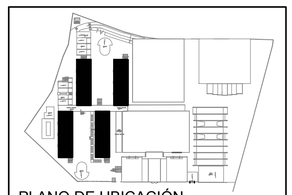

0.25
0.25
0.15
0.05
VER CUADRO
RESTO S/CUADRO
0.10
0.25
0.15
0.05
0.10
RESTO S/CUADRO
Resto s/cuadro
.10
.10
.50
.25
.50
.10
.25
.50
.25
.50
.10
.25
.50
.25
.50
.10
.25



PRIMERA PLANTA
ESC: 1/75



SEGUNDA PLANTA
ESC: 1/75



PLANO DE UBICACIÓN
PABELLON 02, 03 ,04 Y 05
Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

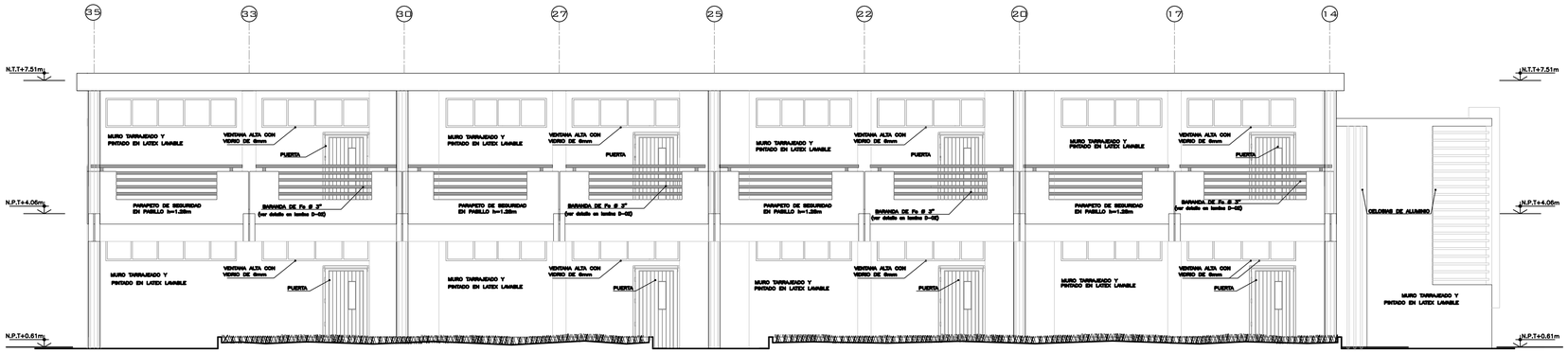
PLANO:
PABELLON 02, 03, 04 y 05 – ARQUITECTURA PLANTAS

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

LAMINA:
A–04

ESCALA:
INDICADA

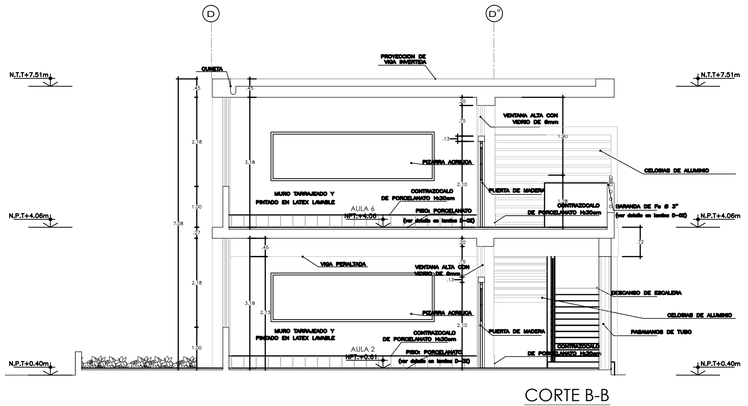
FECHA:
DICIEMBRE 2016



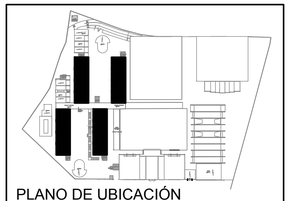
ELEVACION 1
ESC: 1/75

ELEVACION 2
ESC: 1/75

CORTE A-A
ESC: 1/75



CORTE B-B
ESC: 1/75



PLANO DE UBICACIÓN
PABELLON 02, 03 ,04 Y 05
Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

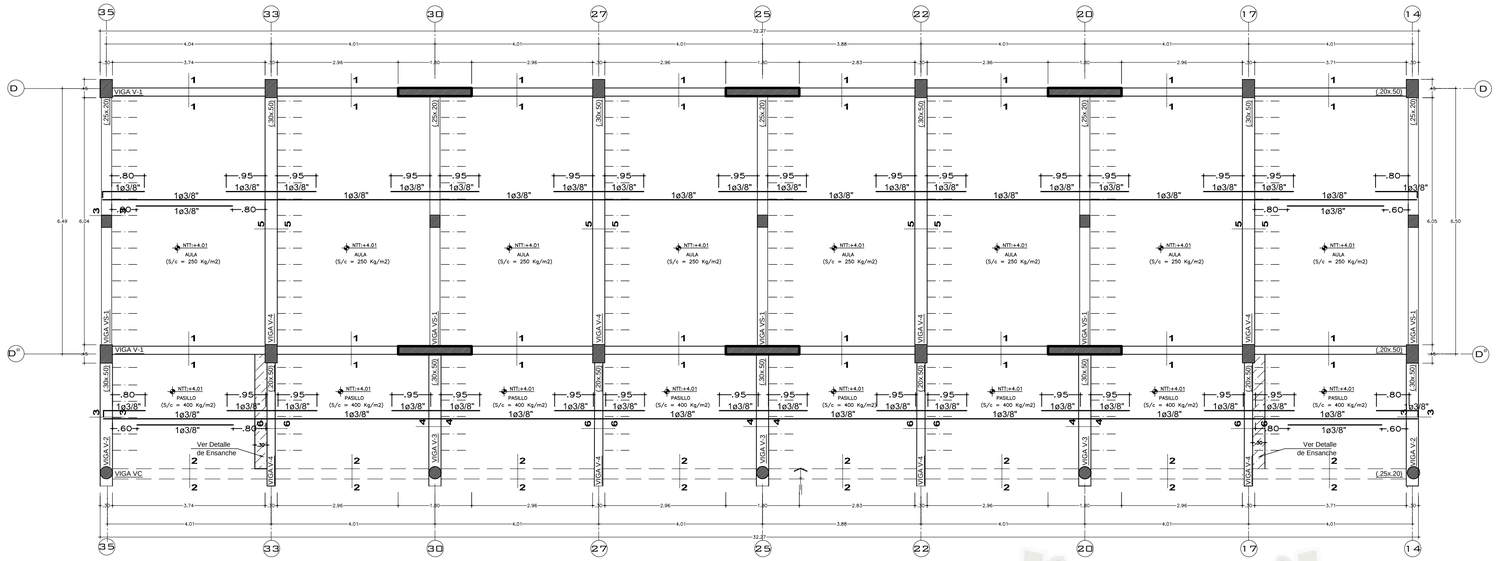
PLANO:
PABELLON 02, 03, 04 y 05 – ARQUITECTURA CORTES

DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

LAMINA: A–05

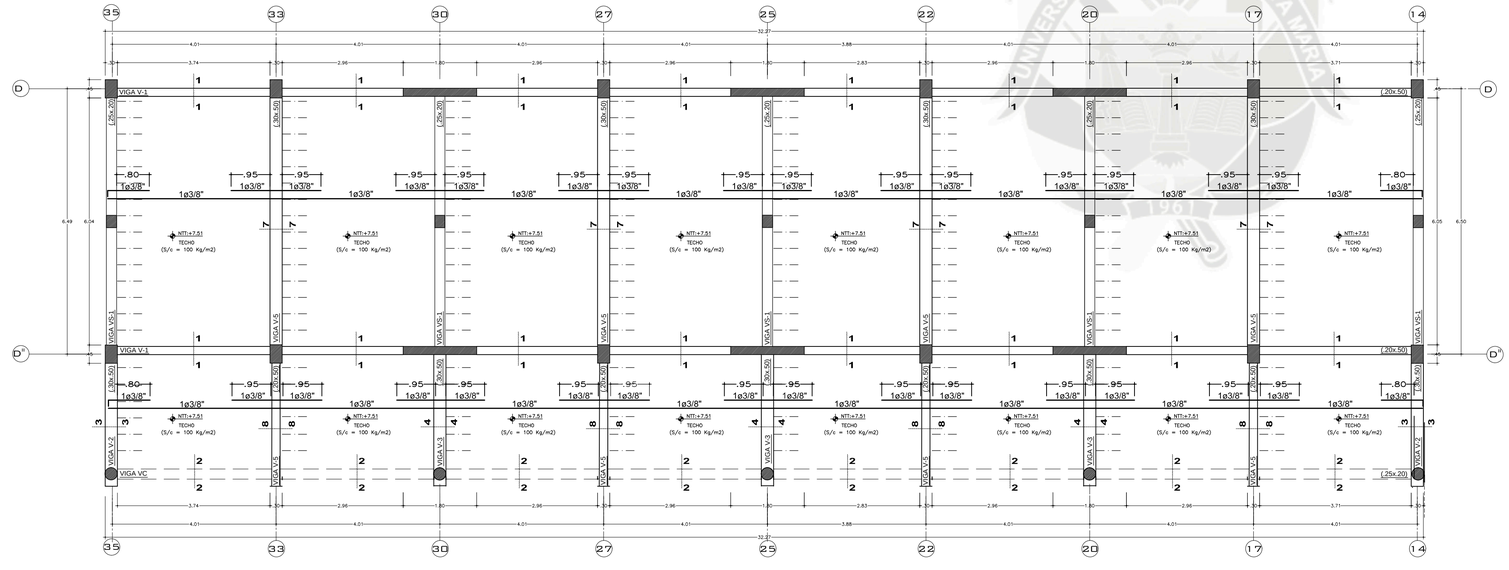
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



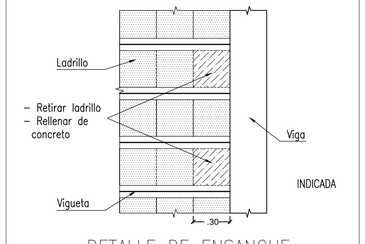
ENCOFRADO PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/75

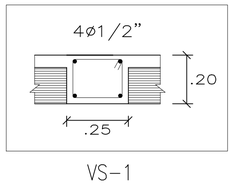


ENCOFRADO SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75

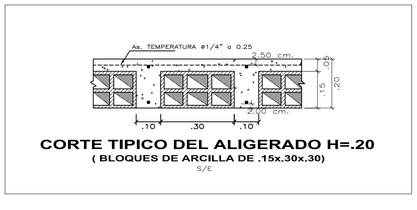


DETALLE DE ENSANCHE
DE VIGUETA



VS-1

ESCALA: 1/25



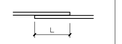
CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20

(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)

S/E

TRASLAPES Y EMPALMES

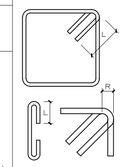
Ø	LOSAS, VIGAS (cm) Ref. Inf.	LOSAS, VIGAS (cm) Ref. Sup.	COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS
6 mm	30				
3/8"	40	55	30		
1/2"	40	60	40		
5/8"	50	70	55		
3/4"	65	90	70		
1"	90	130	115		



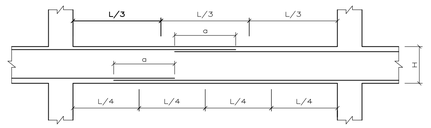
No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo

Los empalmes L se ubicarán en el tercio central.
No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección

ESTRIBOS



Ø	L	Rmin.
6 mm	10cm	1.5cm
3/8"	15cm	2.0cm



EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE a

ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

PLANO DE UBICACIÓN

PABELLON 02, 03 ,04 Y 05

Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:

BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE

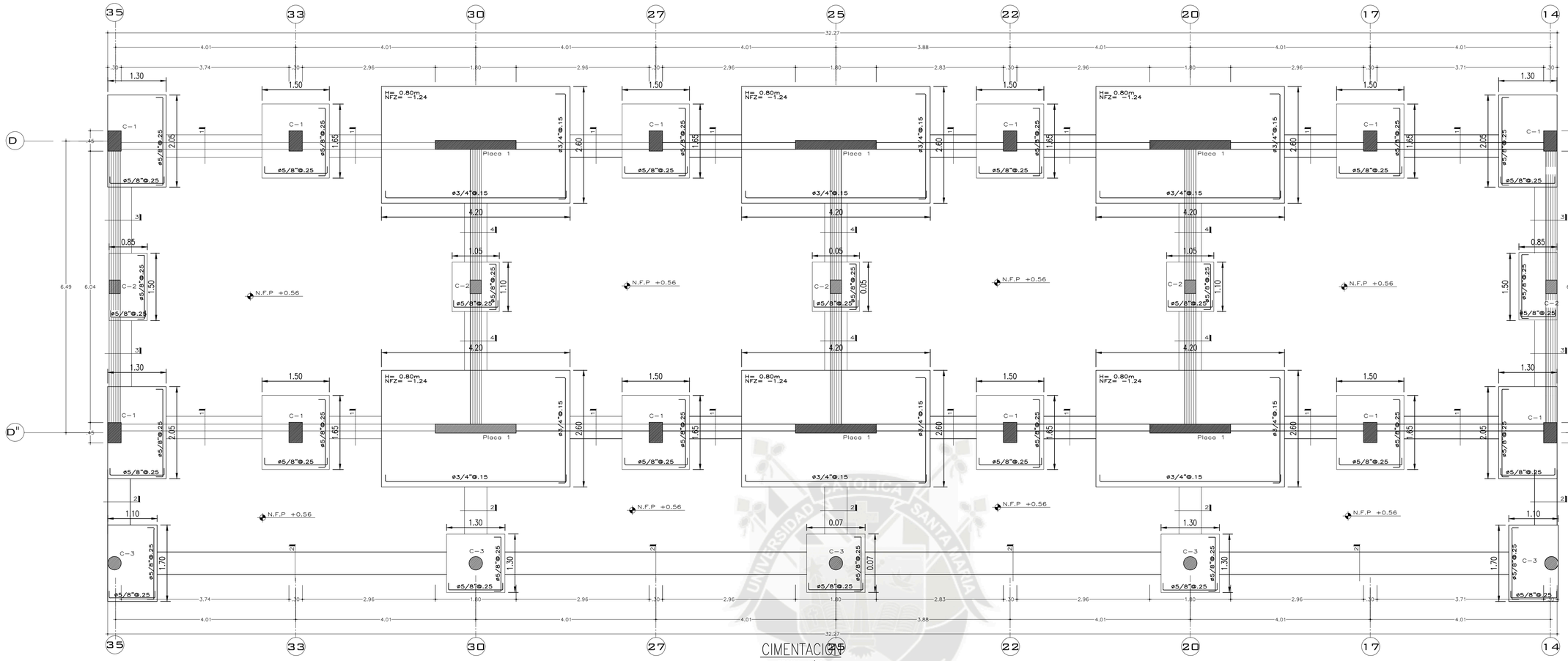
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PABELLON 02, 03, 04 y 05 – ENCOFRADO

LAMINA: E-07

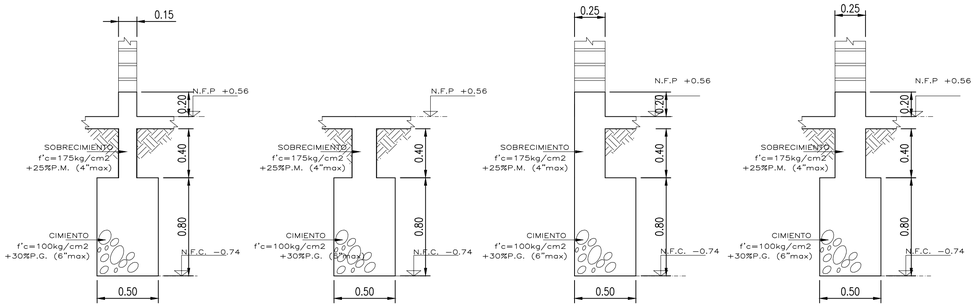
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



CIMENTACION

ESCALA: 1/50



CORTE 1-1

ESCALA: 1/25

CORTE 2-2

ESCALA: 1/25

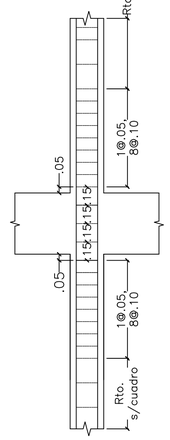
CORTE 3-3

ESCALA: 1/25

CORTE 4-4

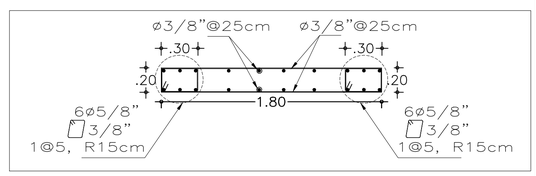
ESCALA: 1/25

NIVEL	C-1	C-2	C-3
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL	0.01 / 0.01	0.30 / 0.01	ø0.01
	8ø5/8"	4ø5/8"	6ø1/2"
	3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20



REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS

ESCALA: S/E



PLACA 1

ESCALA: 1/25

LEYENDA

- PLACAS
- MUROS PORTANTES
- MUROS TABIQUERIA

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²

σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²

Profundidad de Desplante:

Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Grava Mal Graduada

SISMO X-X

Z=0.35 U =1.50

S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :
Muros Estructurales

C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=6

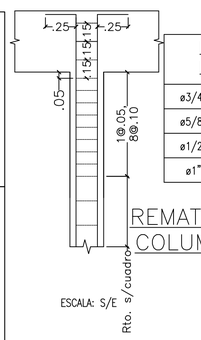
SISMO Y-Y

Z=0.35 U =1.50

S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :
Muros Estructurales

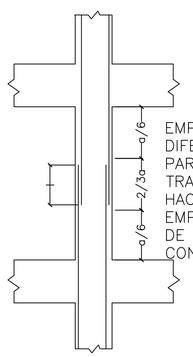
C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=6



ESCALA: S/E

REMATE DE COLUMNAS

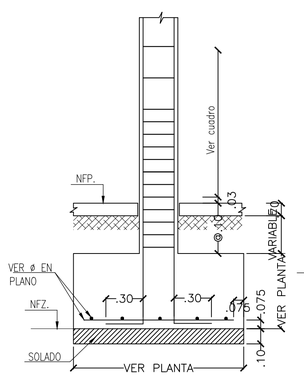
LONGITUD DE EMPALME (I)	
ø3/4"	.70
ø5/8"	.60
ø1/2"	.50
ø1"	1.00



EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE HACER LOS EMPALMES FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

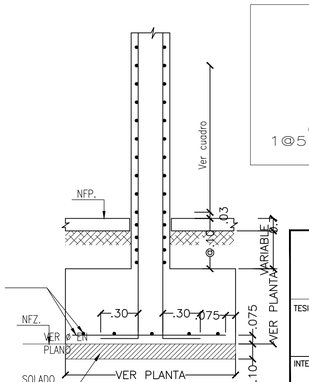
DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS

ESCALA: S/E



ANCLAJE DE COLUMNAS

Escala: 1/25



ANCLAJE DE PLACAS

Escala: 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

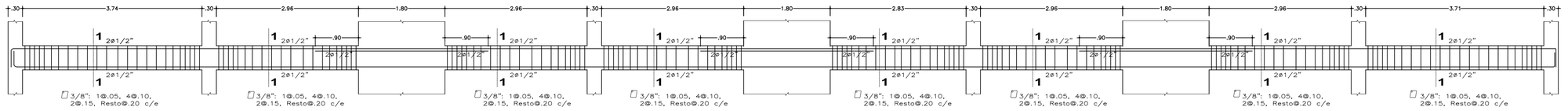
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PABELLON 02, 03, 04 y 05 – CIMENTACION

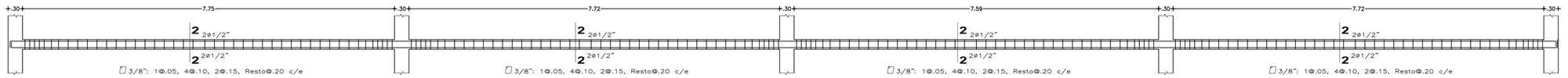
LAMINA: E-08

ESCALA: INDICADA

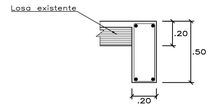
FECHA: DICIEMBRE 2016



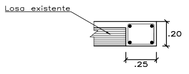
VIGA V-1
ESCALA: 1/50



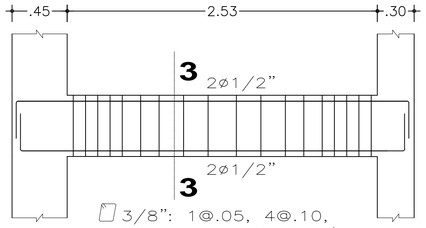
VIGA VC-1
ESCALA: 1/50



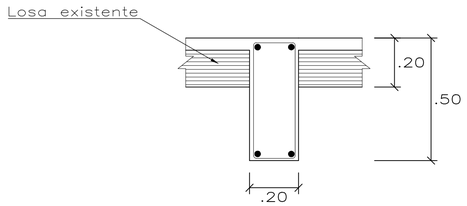
CORTE 1-1
ESCALA: 1/50



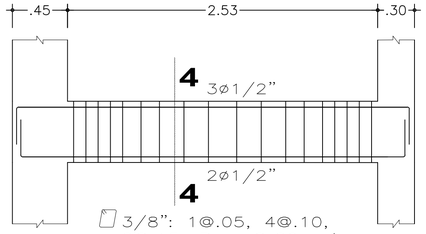
CORTE 2-2
ESCALA: 1/50



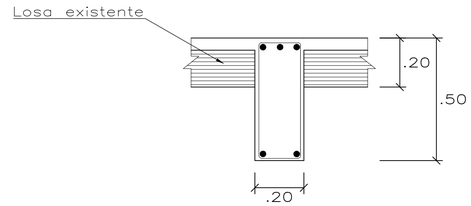
VIGA V-2
ESCALA: 1/25



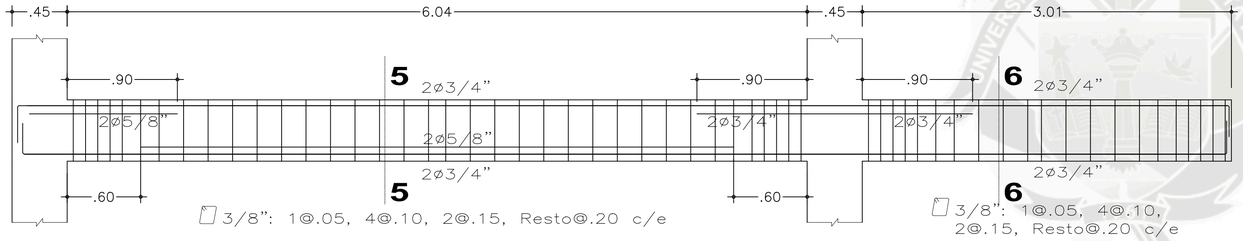
CORTE 3-3
ESCALA: 1/25



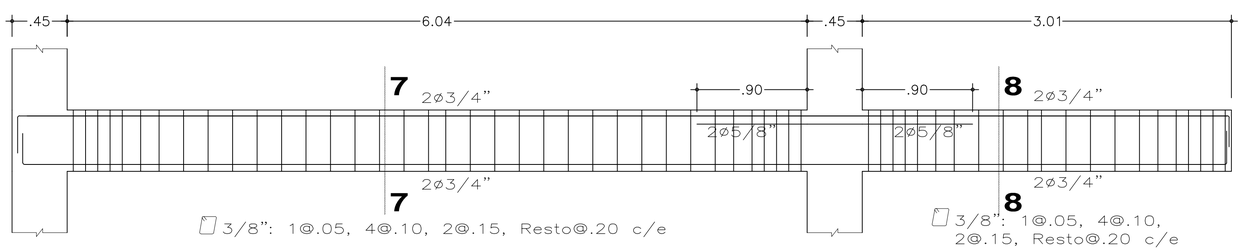
VIGA V-3
ESCALA: 1/25



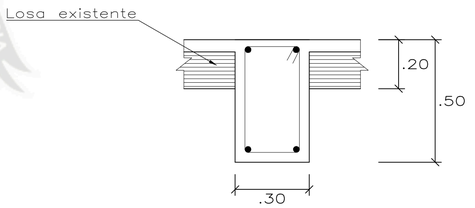
CORTE 4-4
ESCALA: 1/25



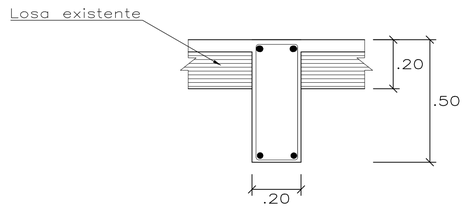
VIGA V-4
ESCALA: 1/25



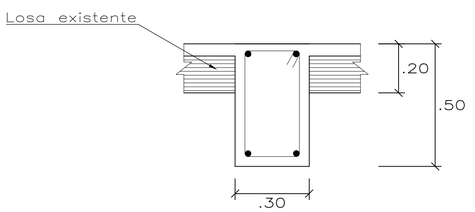
VIGA V-5
ESCALA: 1/25



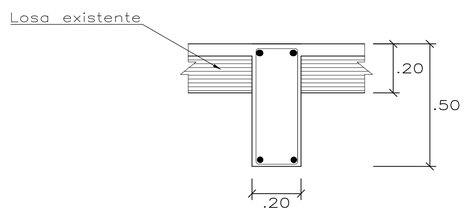
CORTE 5-5
ESCALA: 1/25



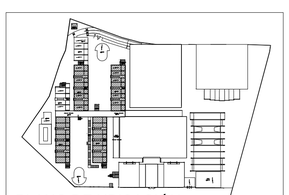
CORTE 6-6
ESCALA: 1/25



CORTE 7-7
ESCALA: 1/25



CORTE 8-8
ESCALA: 1/25



PLANO DE UBICACIÓN
PABELLON 02, 03 ,04 Y 05
Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

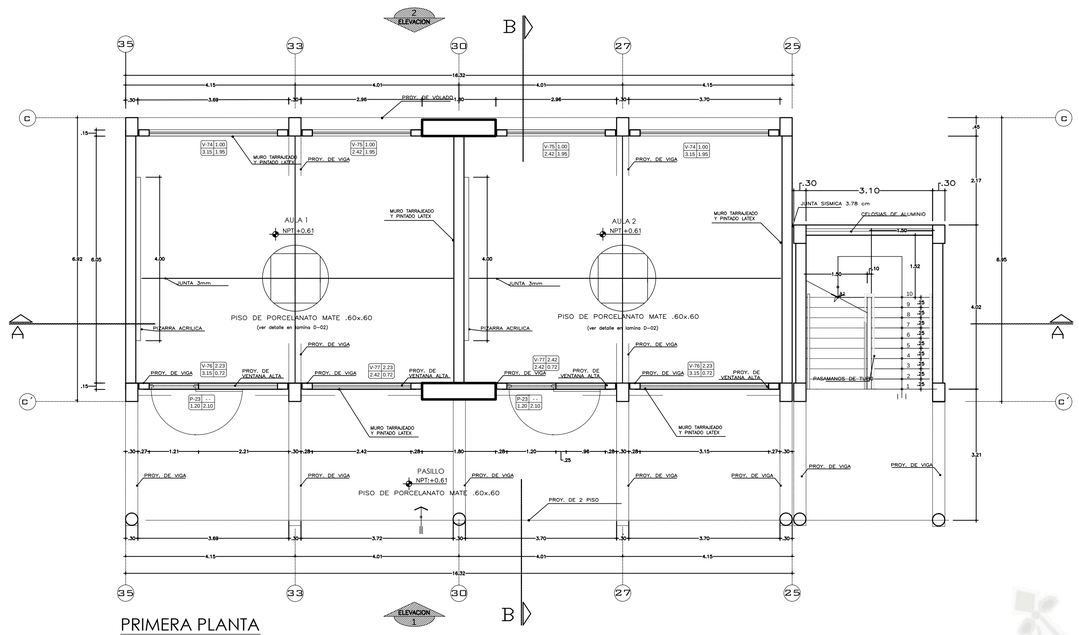
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PABELLON 02, 03, 04 y 05 – VIGAS

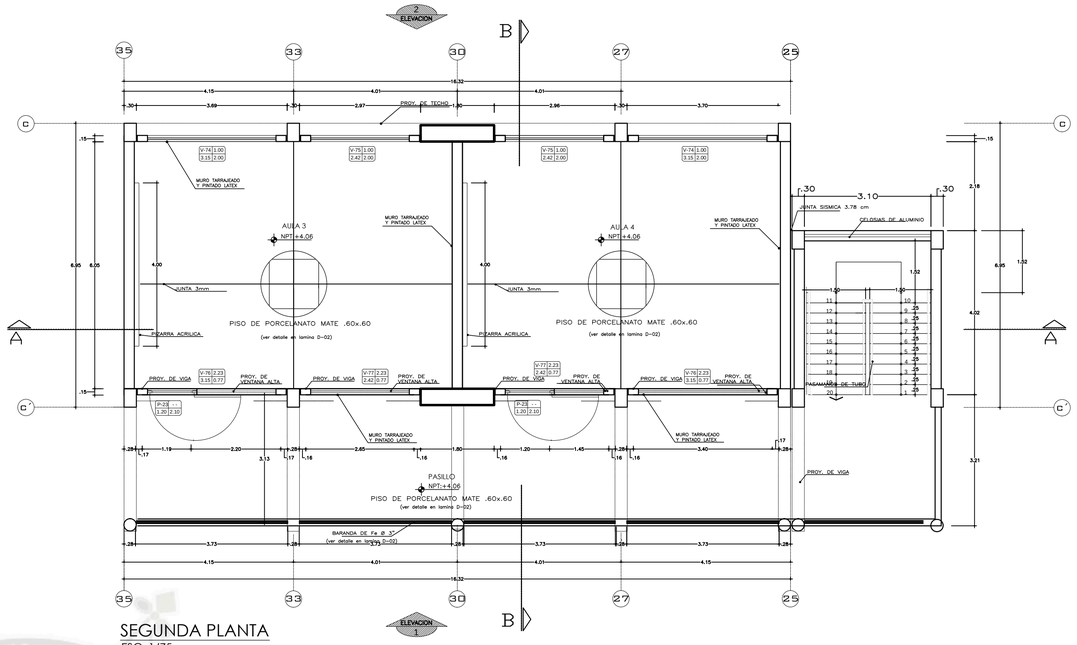
LAMINA: E-09

ESCALA: INDICADA

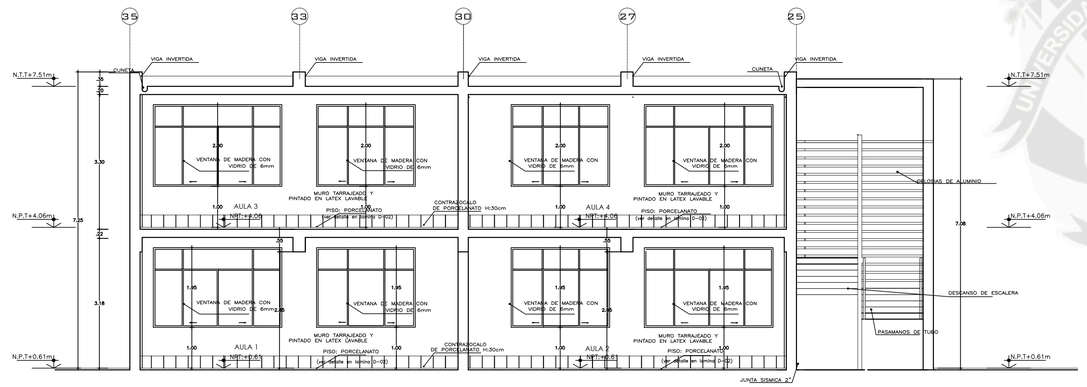
FECHA: DICIEMBRE 2016



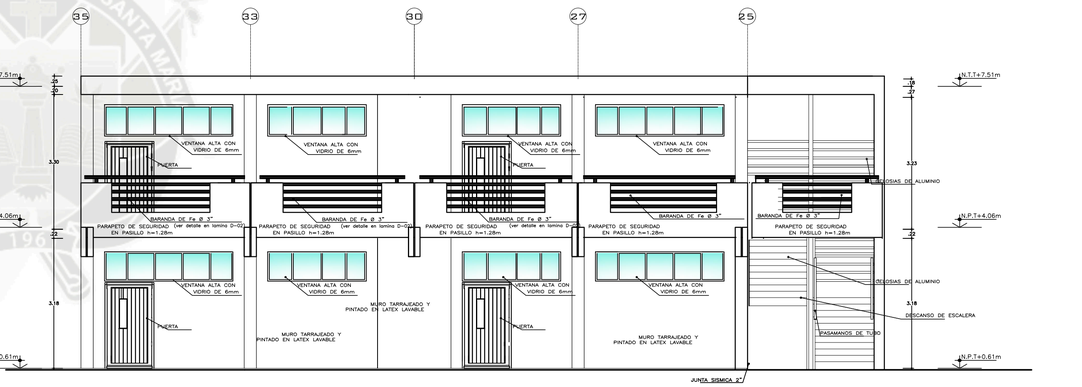
PRIMERA PLANTA
ESC: 1/75



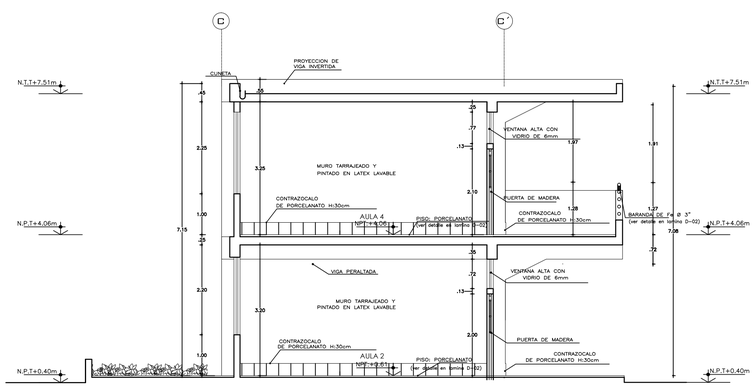
SEGUNDA PLANTA
ESC: 1/75



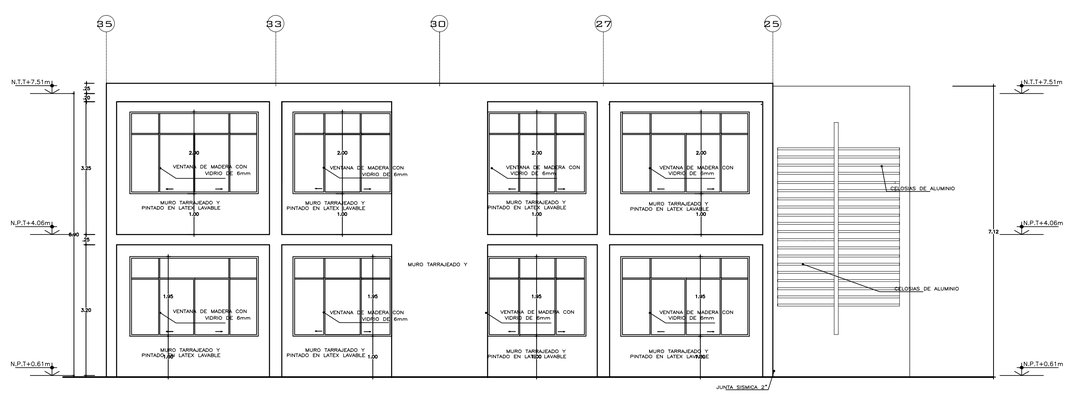
CORTE A-A
ESC: 1/75



ELEVACION 1
ESC: 1/75



CORTE B-B
ESC: 1/75



ELEVACION 2
ESC: 1/75

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

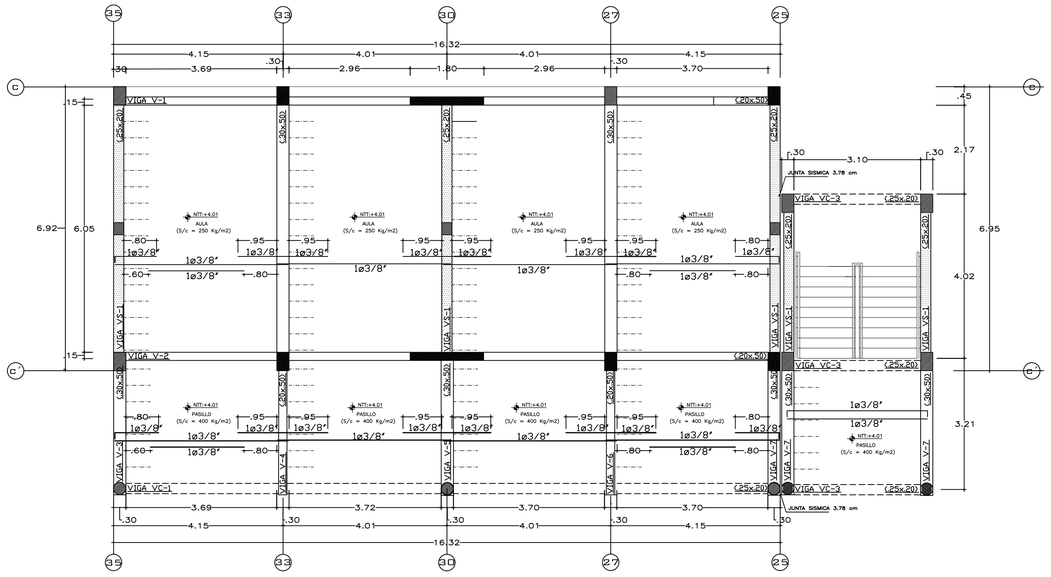
PLANO:
PABELLON 06 – ARQUITECTURA PLANTA, CORTES Y ELEVACIONES

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

ESCALA:
INDICADA

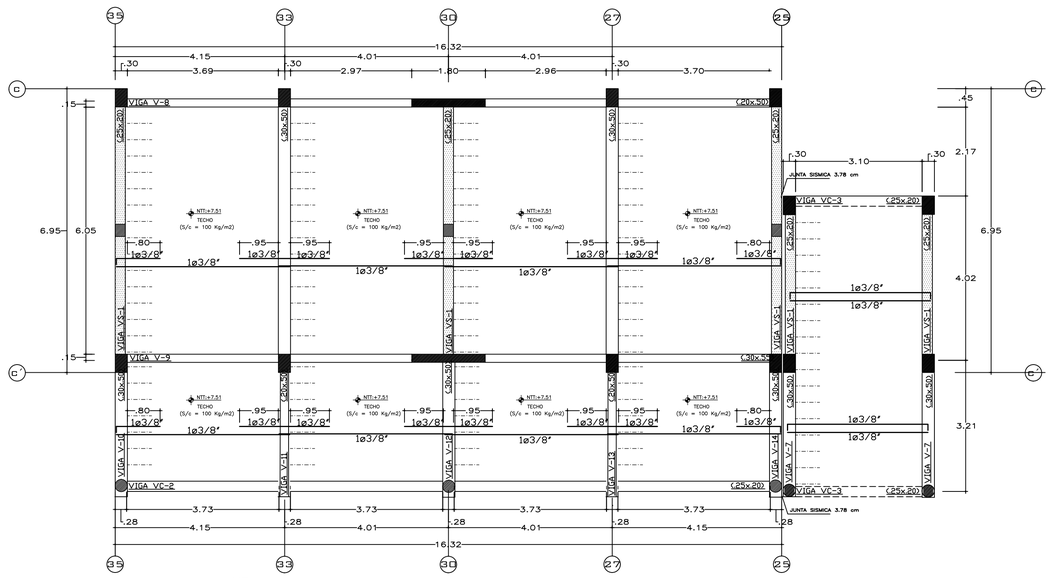
FECHA:
DICIEMBRE 2016

LAMINA:
A–06



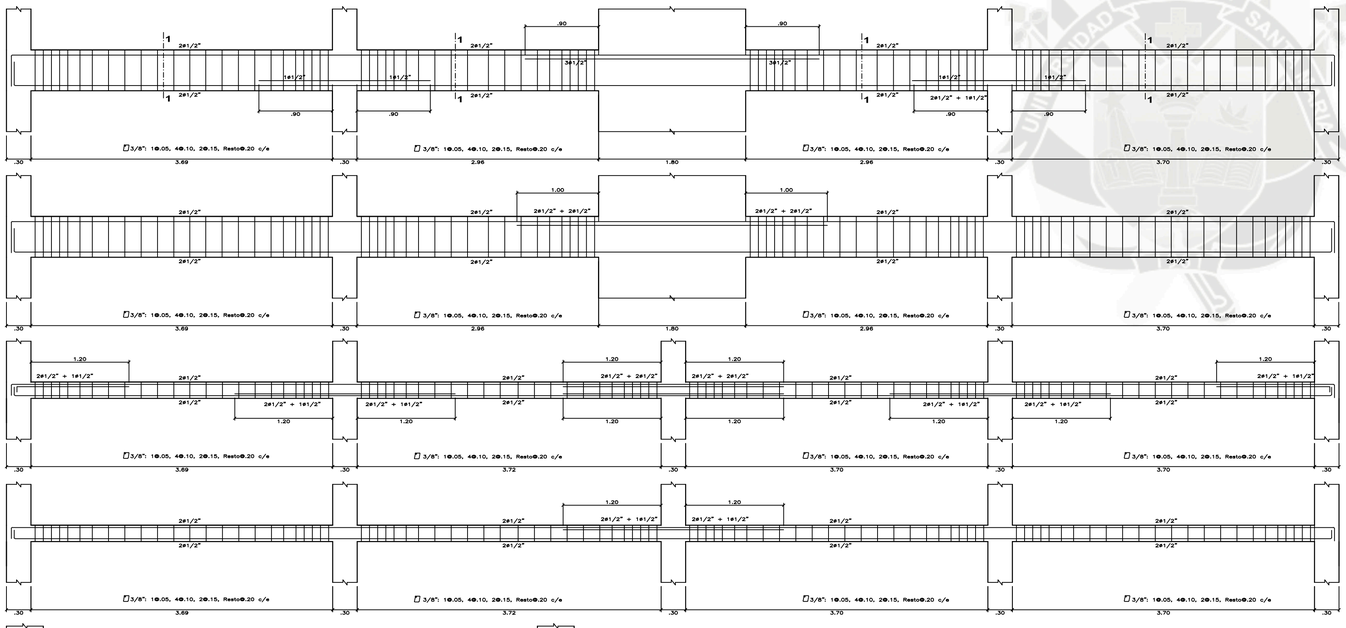
ENCOFRADO PRIMER NIVEL

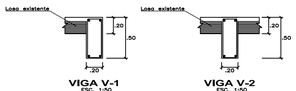
ESCALA: 1/75

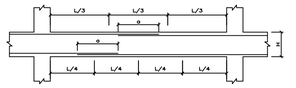


ENCOFRADO SEGUNDO NIVEL

ESCALA: 1/75







EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE a

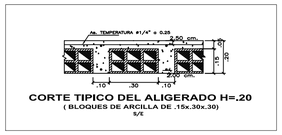
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

TRASLAPES Y EMPALMES

ø	LOSAS, VIGAS (cm) Ref. Inf.	Ref. Sup.	COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS
6 mm	30				
3/8"	40	55	30		
1/2"	40	60	40		
5/8"	50	70	55	No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo	Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección
3/4"	65	90	70		
1"	90	130	115		

ESTRIBOS

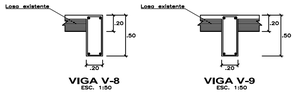
ø	L	Rmin.
6 mm	10cm	1.5cm
3/8"	15cm	2.0cm

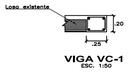


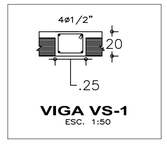
CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20

(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)

S/E



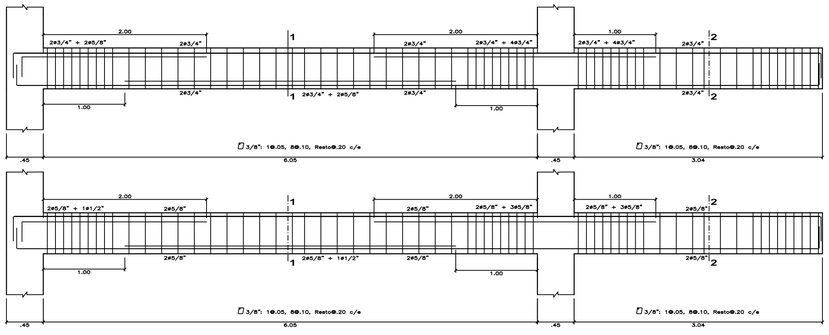


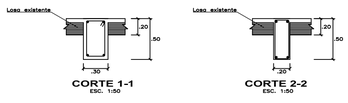


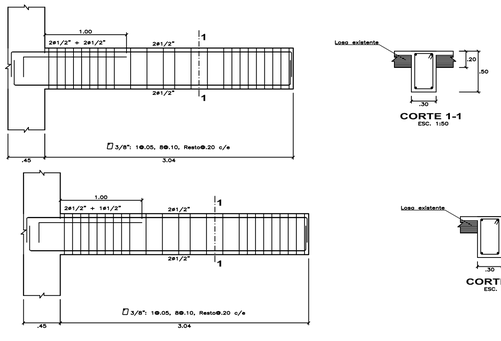
PLANO DE UBICACIÓN

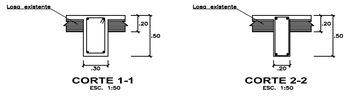
PABELLON 6

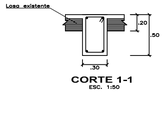
Escala S/E











UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:

BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE

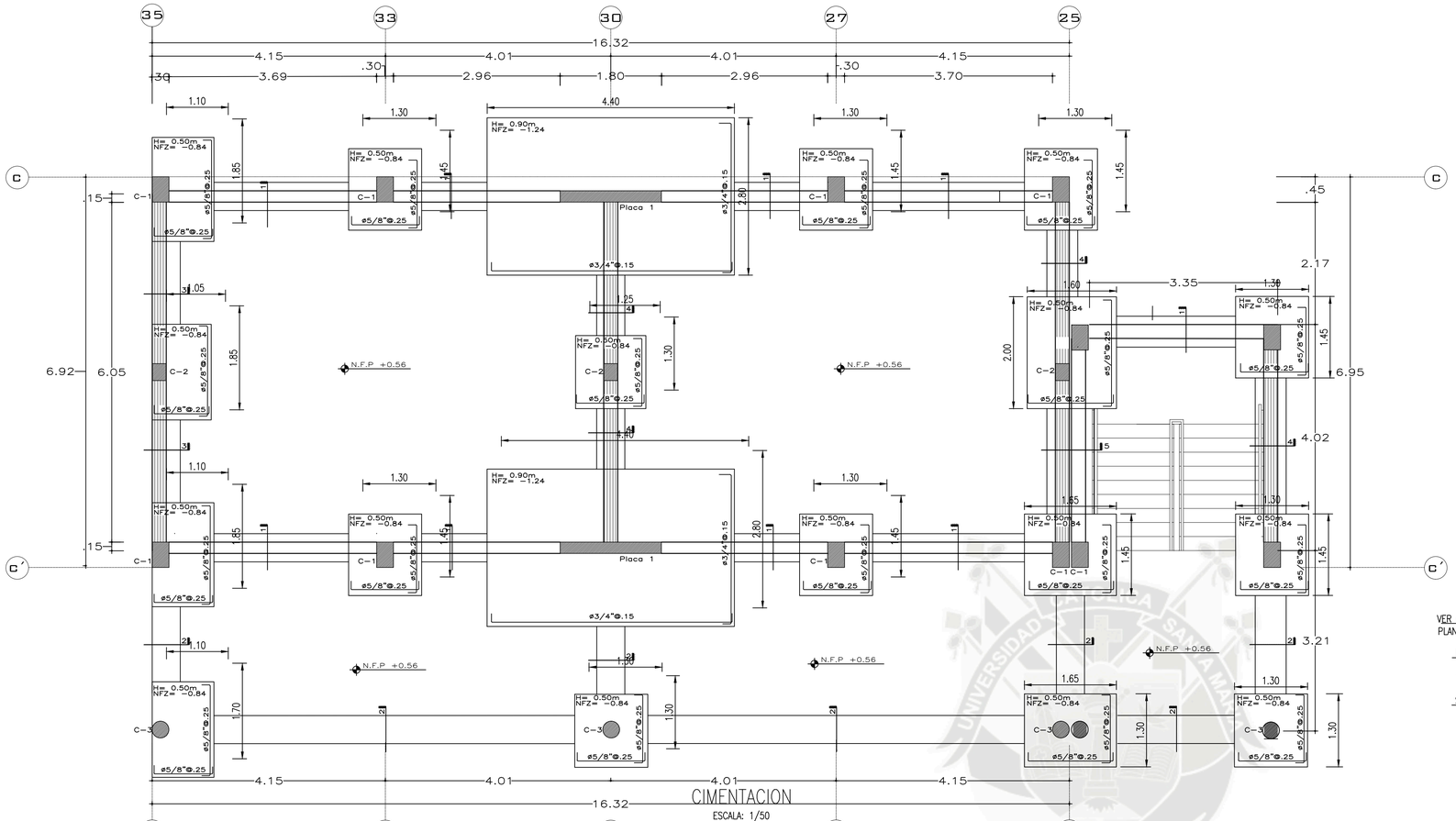
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PABELLON 06 – ENCOFRADO Y VIGAS

LAMINA: E-10

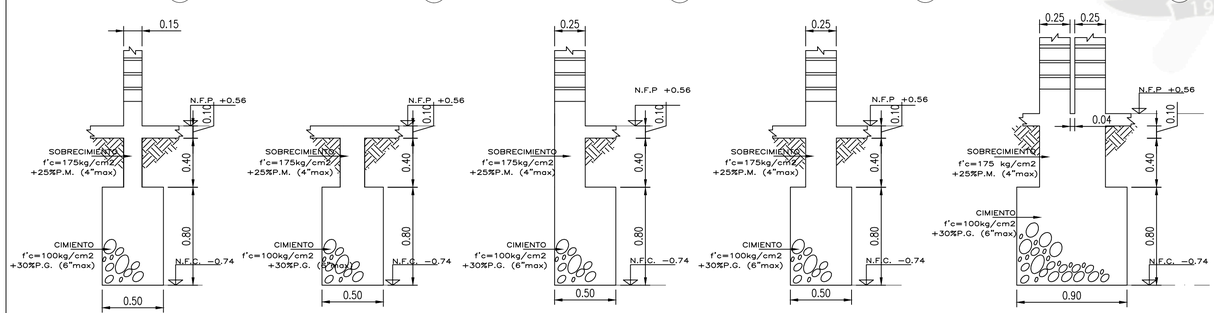
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



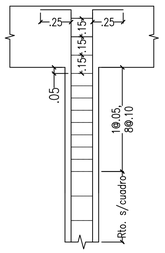
CIMENTACION

ESCALA: 1/50



CORTE 1-1 | CORTE 2-2 | CORTE 3-3 | CORTE 4-4 | CORTE 5-5

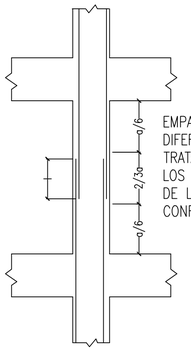
ESCALA: 1/25



REMATE DE COLUMNAS

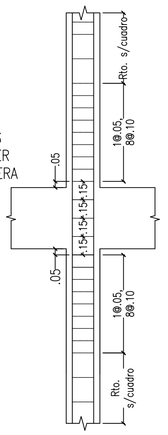
ESCALA: S/E

LONGITUD DE EMPALME (l)	
ø3/4"	.70
ø5/8"	.60
ø1/2"	.50
ø1"	1.00



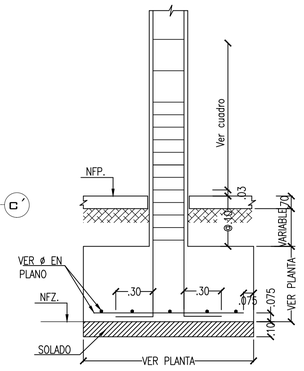
DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS

ESCALA: S/E



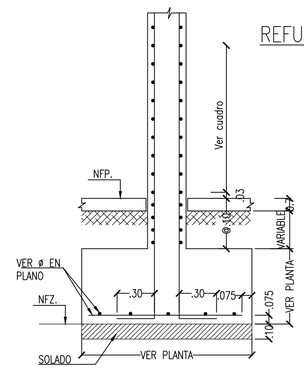
REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS

ESCALA: S/E



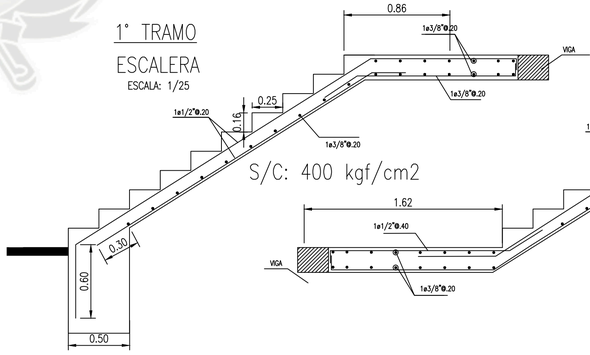
ANCLAJE DE COLUMNAS

Escala: 1/25



ANCLAJE DE PLACAS

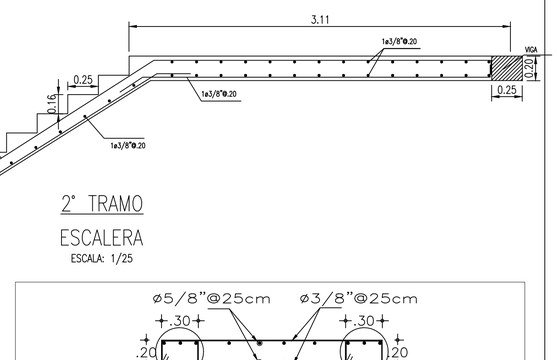
Escala: 1/25



1° TRAMO

ESCALERA

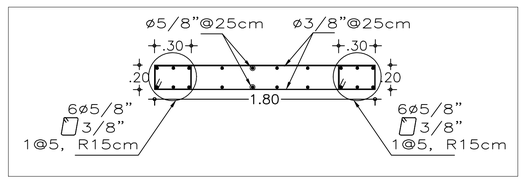
ESCALA: 1/25



2° TRAMO

ESCALERA

ESCALA: 1/25



PLACA 1

ESCALA: 1/25

LEYENDA

- PLACAS
- MUROS PORTANTES
- MUROS TABIQUERIA

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²

σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²

Profundidad de Desplante:

Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Grava Mal Graduada

SISMO X-X

Z=0.35 U =1.50

S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE : Muros Estructurales

C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=6

SISMO Y-Y

Z=0.35 U =1.50

S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE : Muros Estructurales

C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=6

CUADRO DE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2	C-3
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL	0.30 / 0.45	0.30 / 0.25	ø0.30
	8ø5/8" □3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	4ø5/8" □3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	6ø1/2" □3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

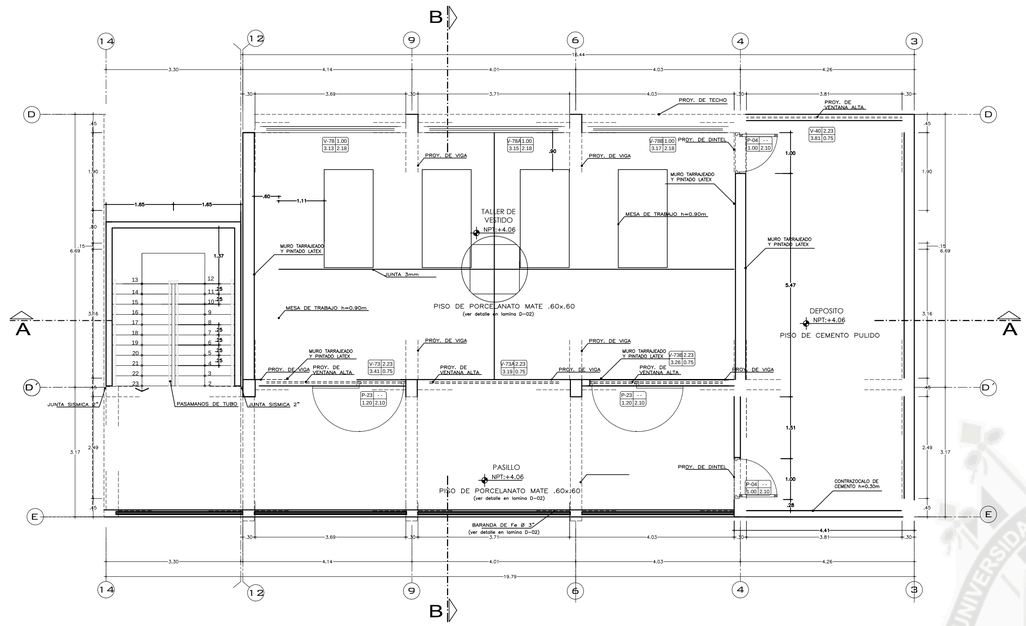
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE; BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PABELLON 06 – CIMENTACION

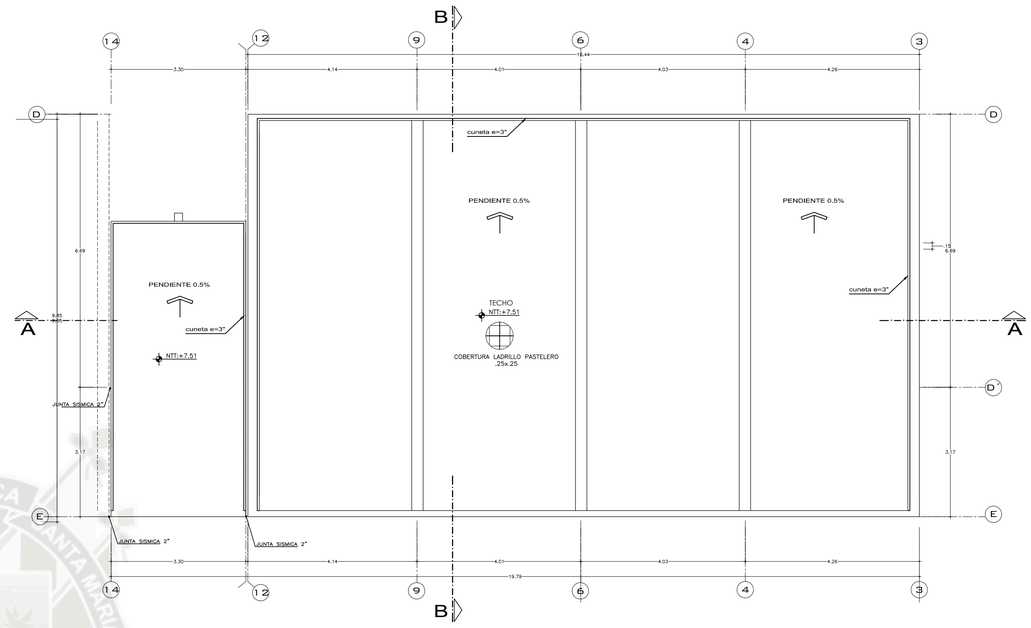
LAMINA: E-11

ESCALA: INDICADA

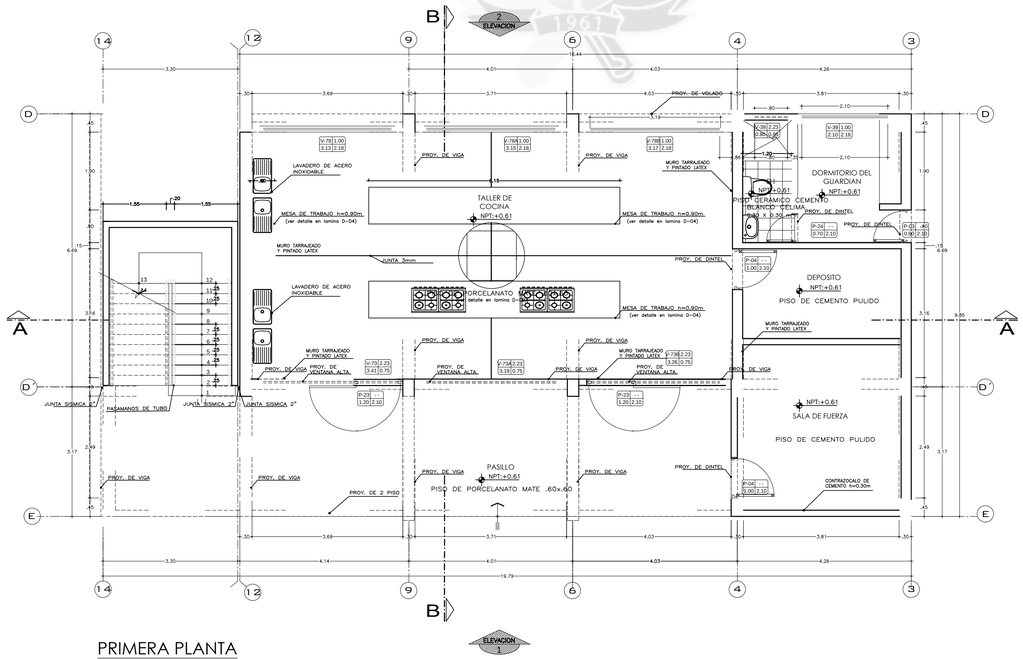
FECHA: DICIEMBRE 2016



SEGUNDA PLANTA
ESC: 1/75



PLANTA DE TECHOS
ESC: 1/75



PRIMERA PLANTA
ESC: 1/75

PLANO DE UBICACIÓN
TALLERES
Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

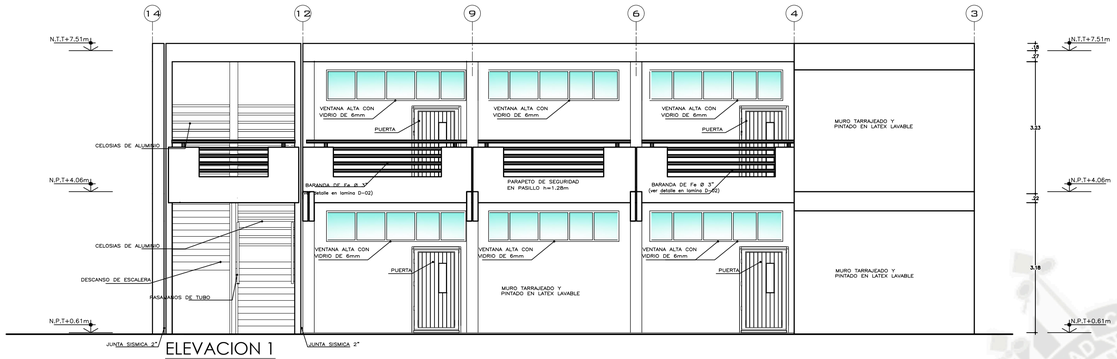
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO:
TALLERES – ARQUITECTURA – PLANTA 01 Y 02

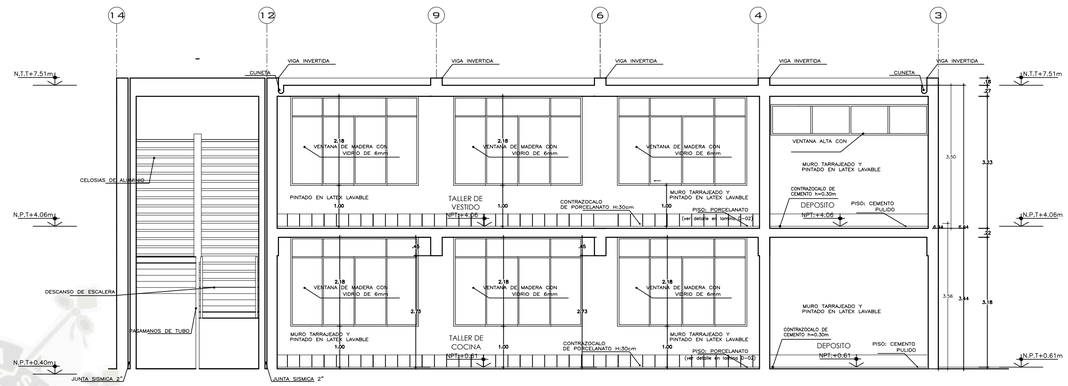
LAMINA:
A–09

ESCALA:
INDICADA

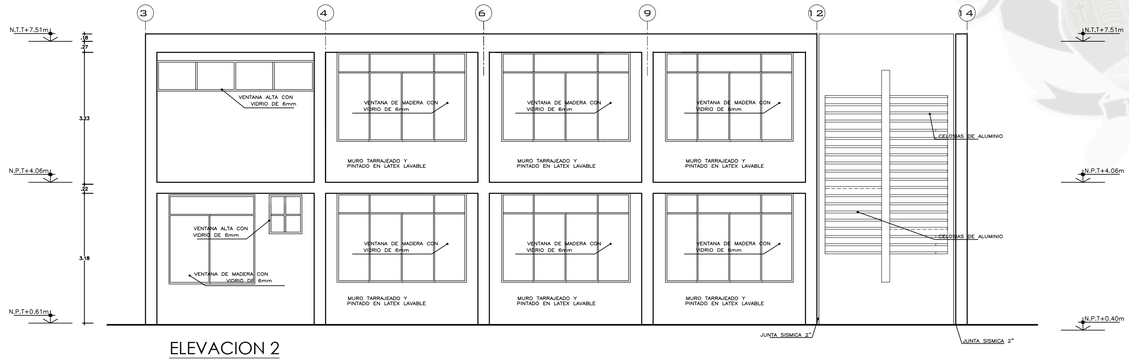
FECHA:
DICIEMBRE 2016



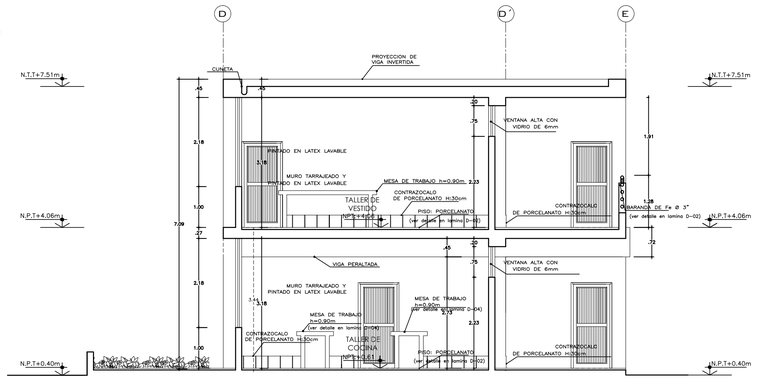
ELEVACION 1
ESC: 1/75



CORTE A-A
ESC: 1/75



ELEVACION 2
ESC: 1/75



CORTE B-B
ESC: 1/75

PLANO DE UBICACIÓN
TALLERES
Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

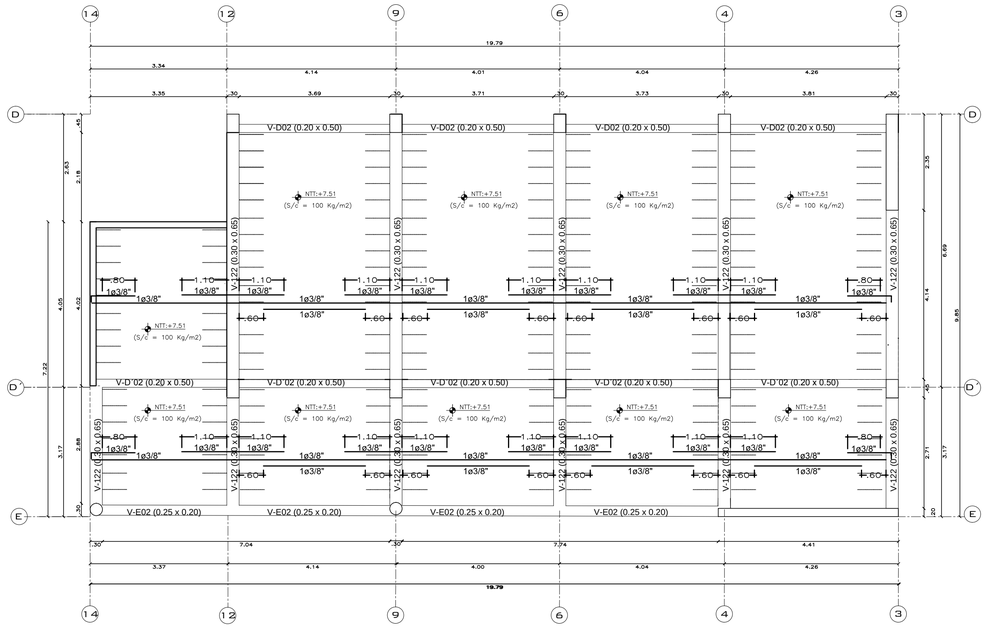
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO:
TALLERES – ARQUITECTURA – CORTE Y ELEVACIÓN

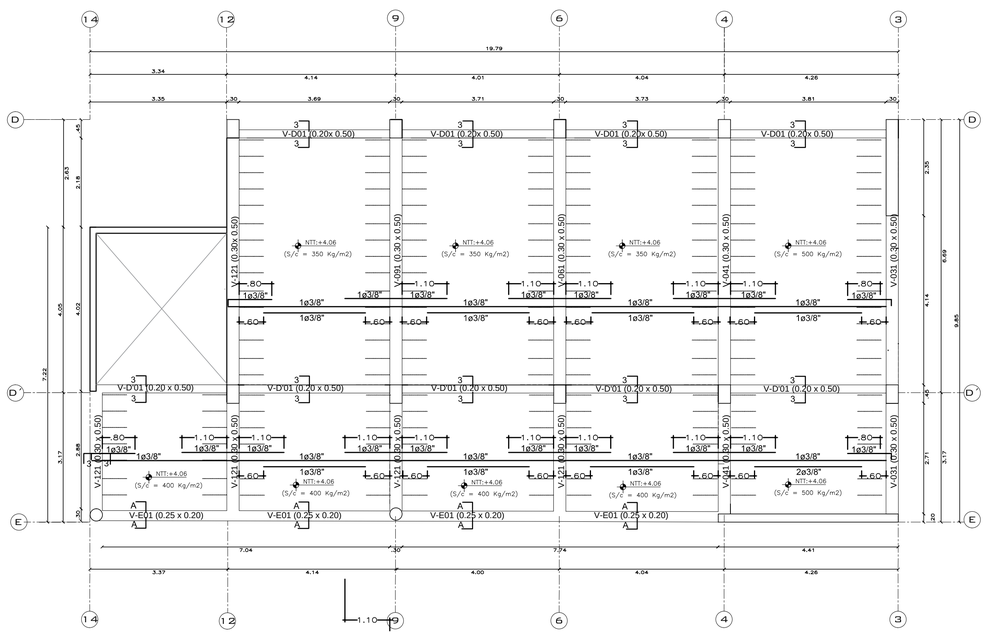
LAMINA:
A–10

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2016



SEGUNDA PLANTA
ESC: 1/75



PRIMERA PLANTA
ESC: 1/75

TRASLAPES Y EMPALMES

Ø	LOSAS, VIGAS (cm) Ref. Inf.	Ref. Sup.	COLUM. (cm)
6 mm	30		
3/8"	40	55	30
1/2"	40	60	40
5/8"	50	70	55
3/4"	65	90	70
1"	90	130	115

LOSAS Y VIGAS

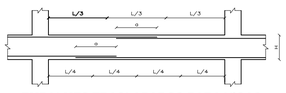
No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en el centro del tramo, sino a partir de tal de la losa ó viga o cada lado de la columna o apoyo

EN COLUMNAS

Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. Se empalmarán máximo del 50% de la armadura en una misma sección

ESTRIBOS

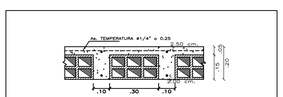
Ø	L	Rmin.
6 mm	10cm	1.5cm
3/8"	15cm	2.0cm



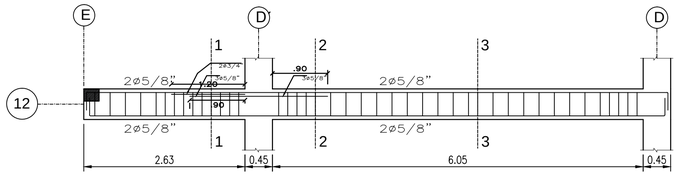
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE a

#	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

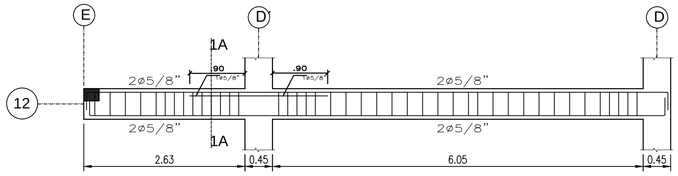


CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20
(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)
S/E



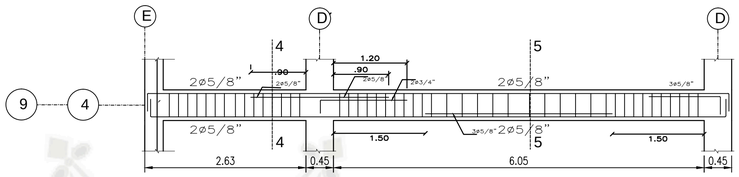
3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

VIGA V-121 (0.30x 0.50)



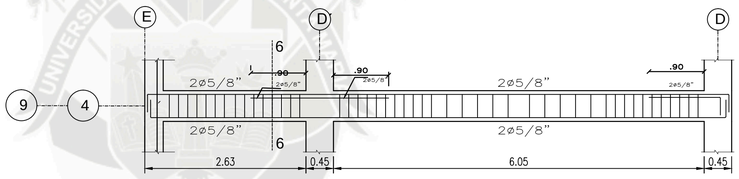
3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

VIGA V-121 (0.30x 0.50)



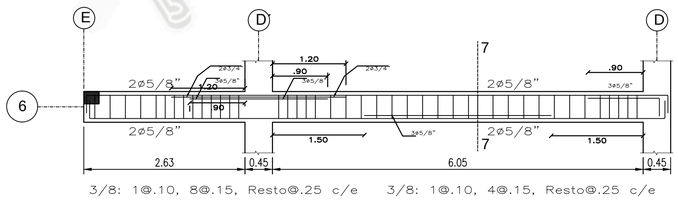
3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

VIGA V-91, V-41 (0.30x 0.50)



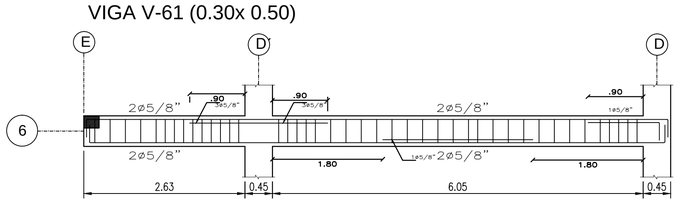
3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

VIGA V-92, V-42 (0.30x 0.50)



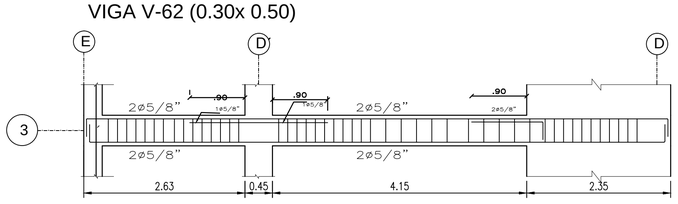
3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

VIGA V-61 (0.30x 0.50)



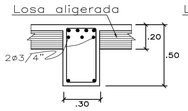
3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

VIGA V-62 (0.30x 0.50)

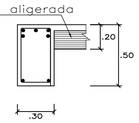


3/8: 1@.10, 8@.15, Resto@.25 c/e 3/8: 1@.10, 4@.15, Resto@.25 c/e

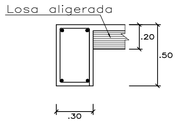
VIGA V-32, V-32 (0.30x 0.50)



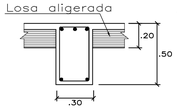
5ø5/8"+2ø3/4"
CORTE 1—1
ESC. 1:25



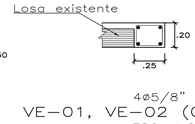
7ø5/8"
CORTE 2—2
ESC. 1:25



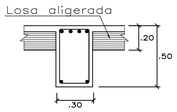
4ø5/8"
VD—01, VD—02 (0.20x0.50)
ESC. 1:25



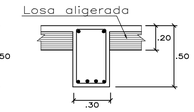
6ø5/8"
CORTE 1A—1A
ESC. 1:25



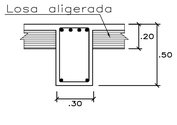
4ø5/8"
VE—01, VE—02 (0.25x0.20)
ESC. 1:25



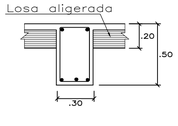
6ø5/8"
CORTE 4—4
ESC. 1:25



6ø5/8"
CORTE 5—5
ESC. 1:25



6ø5/8"
CORTE 6—6
ESC. 1:25



5ø5/8"
CORTE 7—7
ESC. 1:25

PLANO DE UBICACIÓN
TALLERES
Escala S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

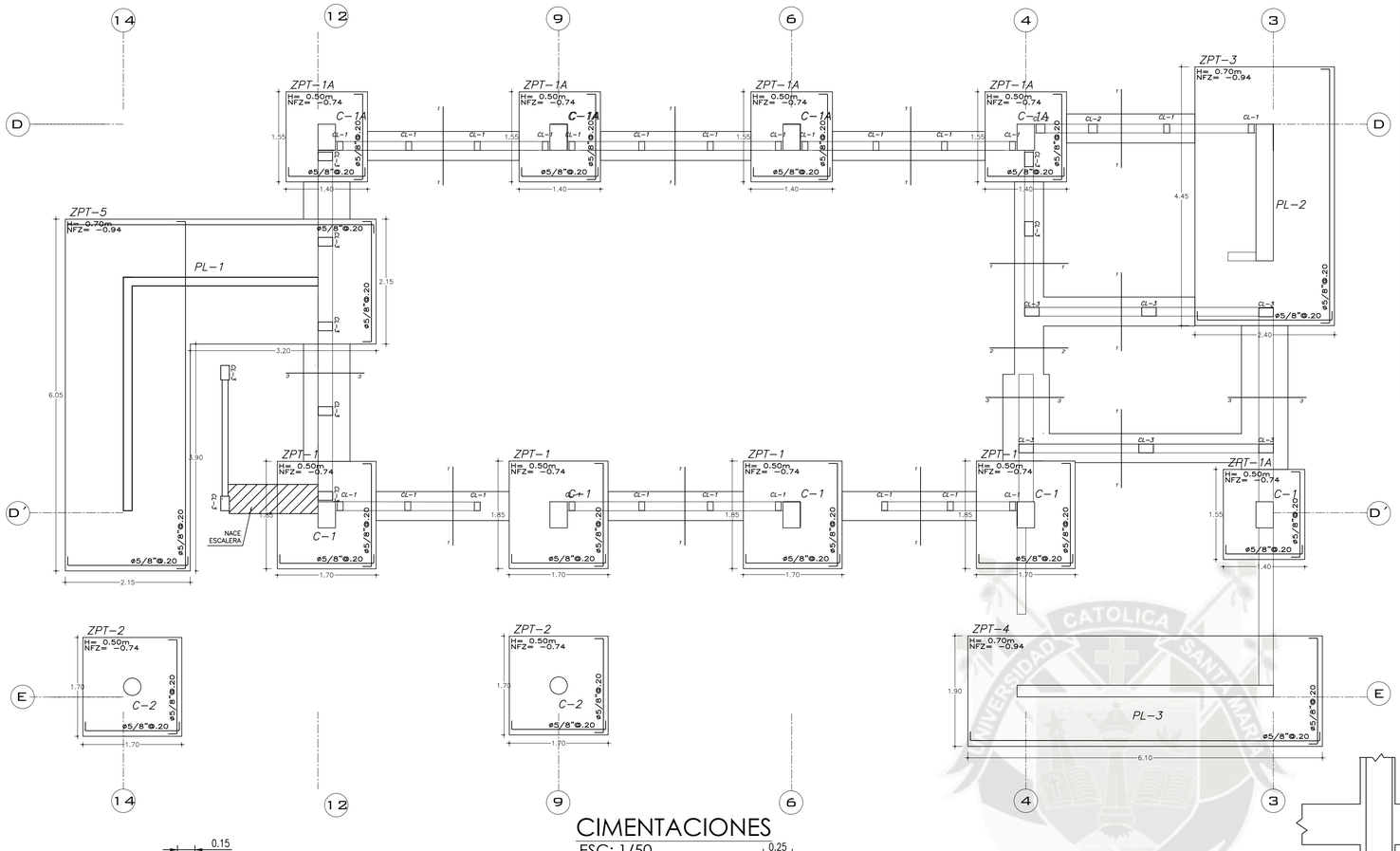
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO:
TALLERES – ESTRUCTURAS – ENCOFRADOS Y VIGAS

LAMINA:
E–12

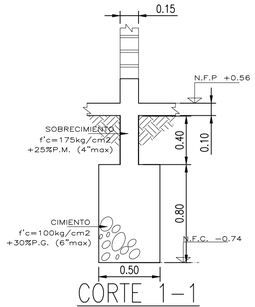
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2016



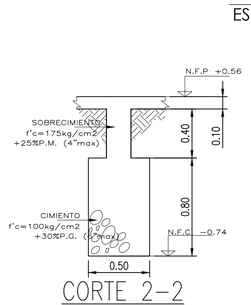
CIMENTACIONES

ESC: 1/50



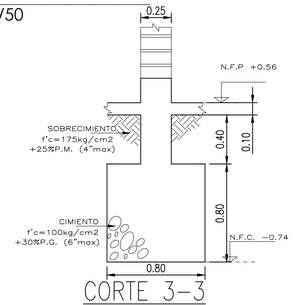
CORTE 1–1

ESCALA: 1/25



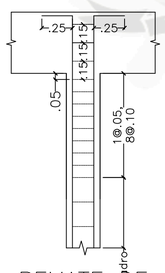
CORTE 2–2

ESCALA: 1/25



CORTE 3–3

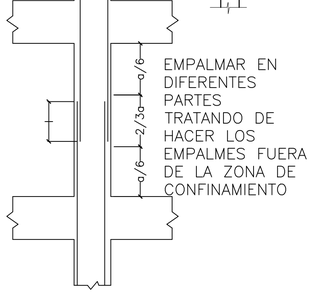
ESCALA: 1/25



REMATE DE COLUMNAS

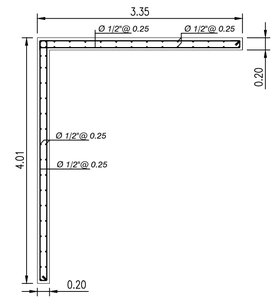
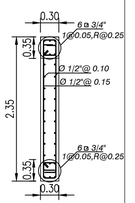
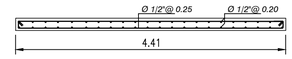
ESCALA: S/E

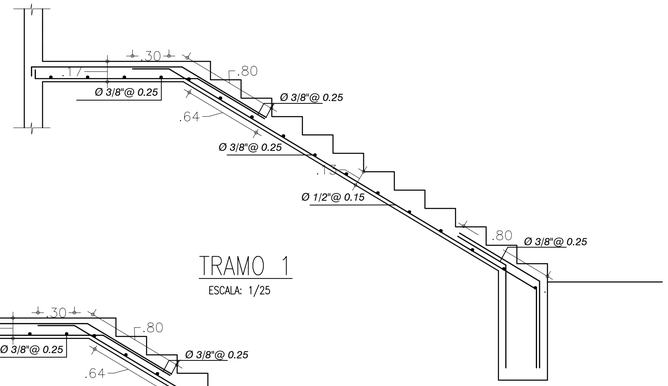
LONGITUD DE EMPALME (l)	
ø3/4"	.70
ø5/8"	.60
ø1/2"	.50
ø1"	1.00



DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS

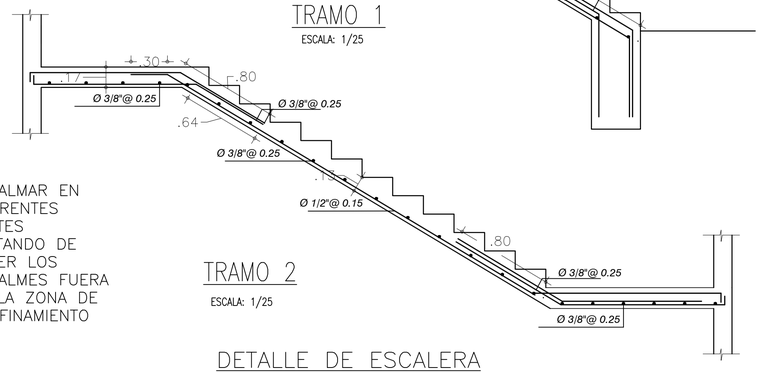
CUADRO DETALLE PLACAS

NIVEL	PL–1	PL–2	PL–3
1°			



TRAMO 1

ESCALA: 1/25



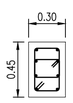
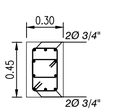
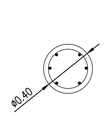
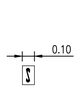
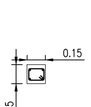
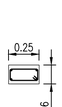
TRAMO 2

ESCALA: 1/25

DETALLE DE ESCALERA

ESCALA: 1/25

CUADRO DETALLE COLUMNAS

NIVEL	C–1A	C–1	C–2	CL–1	CL–2	CL–3
1°						
	8ø5/8" 2▢ 3/8":1@0.05, 6@0.10, R@0.25	4ø3/4"+6ø5/8" 2▢ 3/8": 1@0.05, 6@0.10, R@0.20	6ø5/8" ZUNCHADO 3/8:@0.10	2ø3/8" ø1/4"@.15	4ø8mm ø1/4: @.15	4ø1/2" ø1/4":1@5,5@10,Rto@.15

SISMO X–X	
Z=0.35	
U=1.50	
S=1.15	Tp=0.6s
SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :	
Muros Estructurales	
C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=6

SISMO Y–Y	
Z=0.35	
U=1.50	
S=1.15	Tp=0.6s
SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :	
Muros Estructurales	
C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=6

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²

σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²

Profundidad de Desplante:

Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Grava Mal Graduada

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

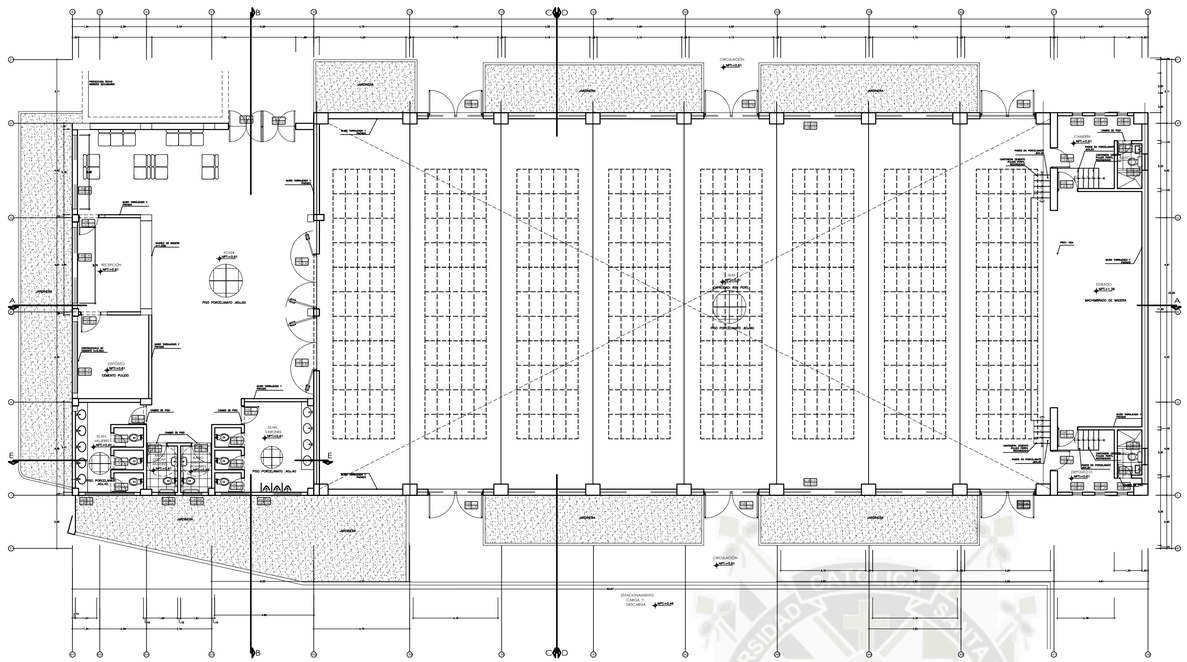
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: TALLERES – ESTRUCTURAS – CIMENTACIONES

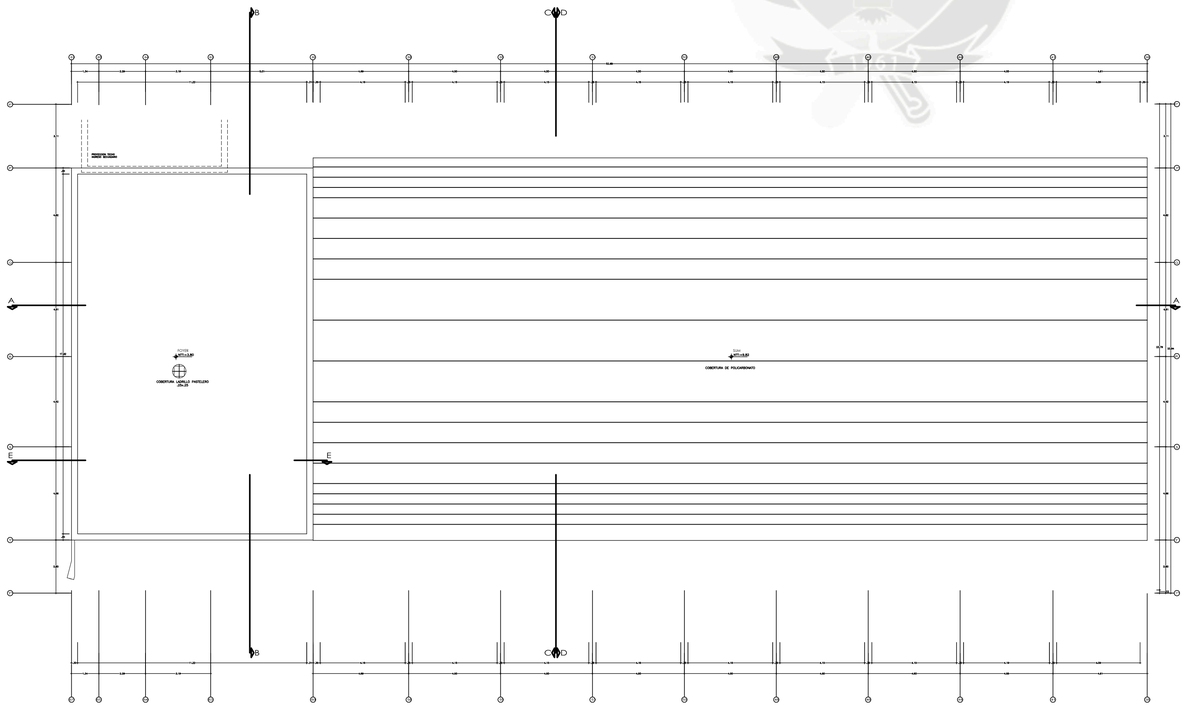
LAMINA: E-13

ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



PLANTA PRIMER NIVEL
ESC: 1/150



PLANTA TECHOS
ESC: 1/150

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

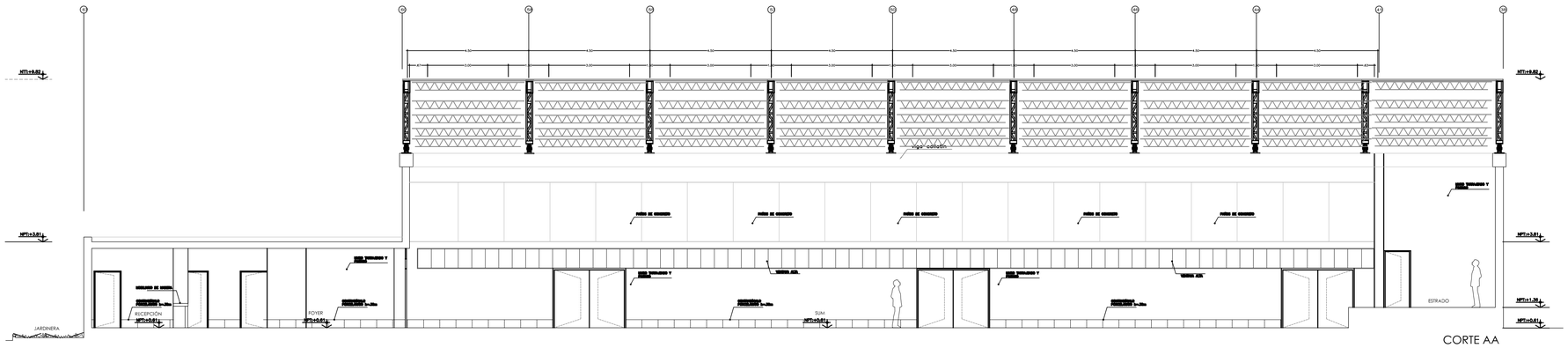
PLANO:
SUM + FOYER – PLANTA 01 Y PLANTA 02

DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

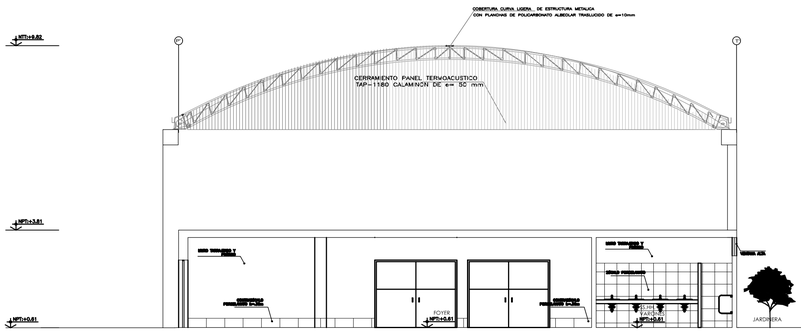
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016

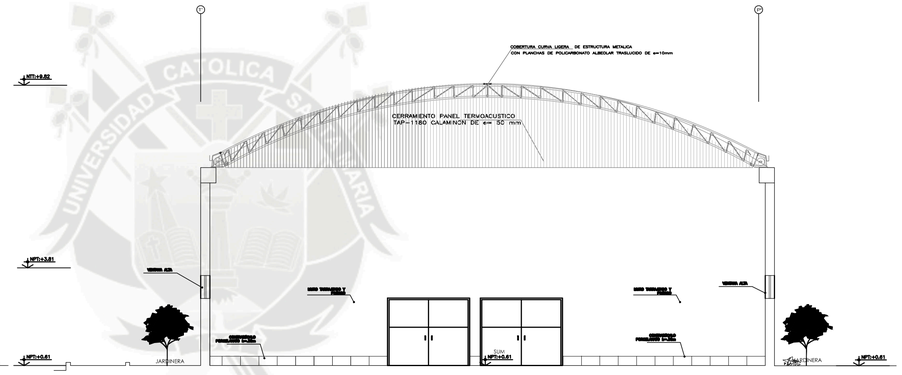
LAMINA: A–11



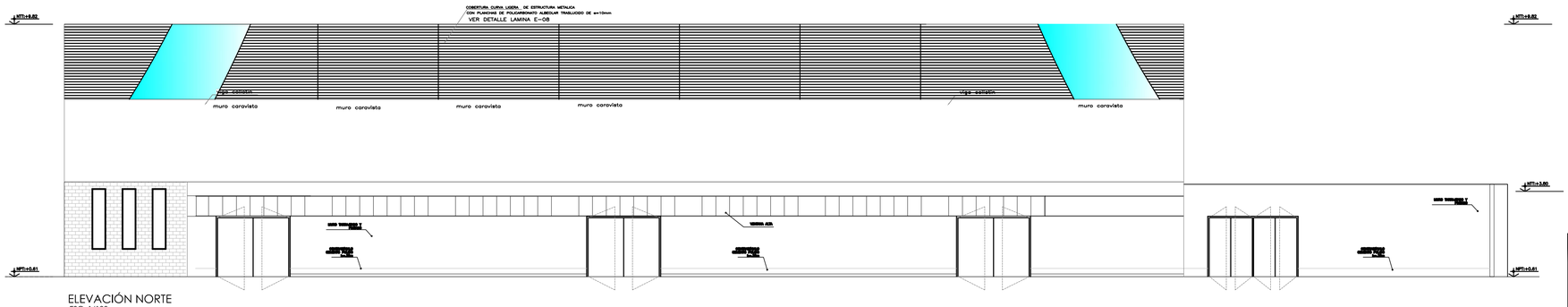
CORTE AA
ESC: 1/100



CORTE BB
ESC: 1/100



CORTE CC
ESC: 1/100



ELEVACIÓN NORTE
ESC: 1/100

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

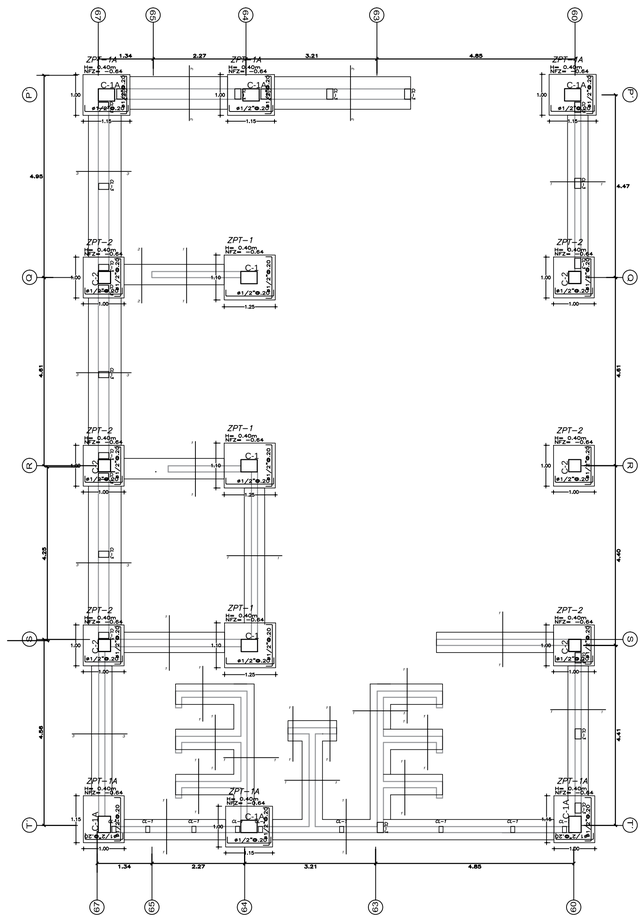
PLANO:
SUM + FOYER – CORTES Y ELEVACIONES

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

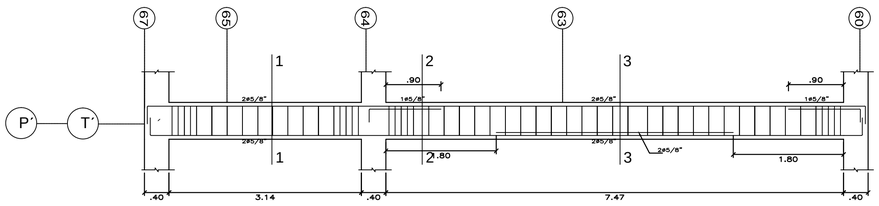
LAMINA:
A–12

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2016

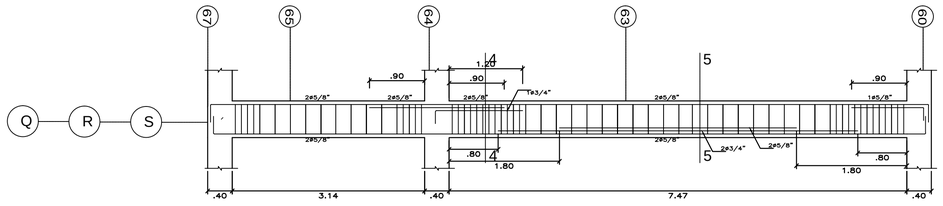


CIMENTACIÓN
ESC: 1/75



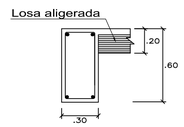
VIGA V-P'01, V-T´-01 (0.30x 0.60)

ESC. 1:50

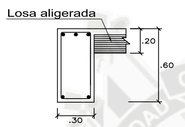


VIGA V-Q01, V-R01, V-S01 (0.30x 0.60)

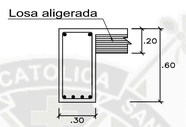
ESC. 1:50



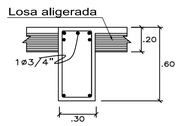
CORTE 1-1
ESC. 1:50



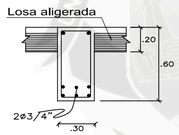
CORTE 2-2
ESC. 1:50



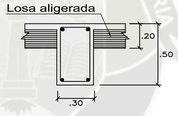
CORTE 3-3
ESC. 1:50



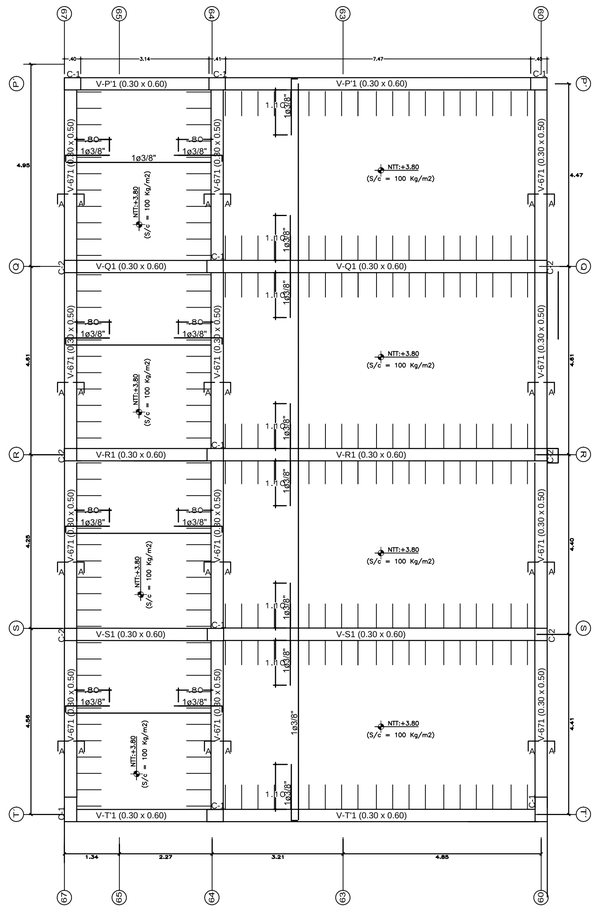
CORTE 4-4
ESC. 1:50



CORTE 5-5
ESC. 1:50

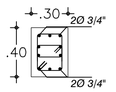
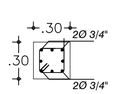
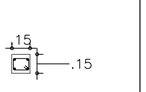


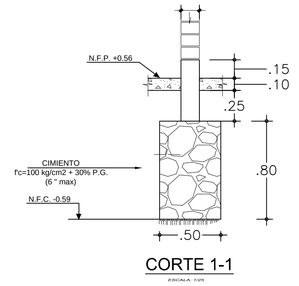
CORTE A-A
ESC. 1:50

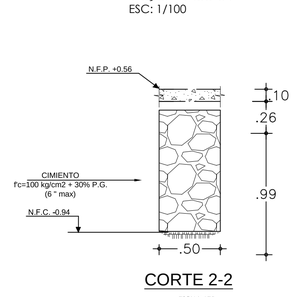


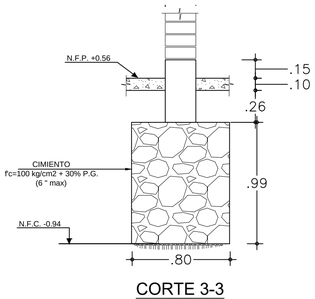
Foyer - Piso 01
ESC: 1/100

CUADRO DETALLE COLUMNAS

NIVEL	C-1A	C-1	C-2	CL-1	CL-2	CL-3
1º						
	8 Ø 5/8" 2 ⊡ 3/8":1@0.05 , 5@0.10 , R@0.25	4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8" 2 ⊡3/8":1@0.05 , 5@0.10 , R@0.20	4 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" ⊡3/8": 1@0.05 , 5@0.10 , R@0.20	2Ø3/8 ⊂⊃Ø1/4"@.15	4Ø8mm Ø1/4"@.15	4Ø1/2 Ø1/4"1@5.5@10,Rto@.15







ESTUDIO DE SUELOS

σ t(Z. Aisladas) = 2.22 kg/cm²
σ t(C. Corridos) = 2.22 kg/cm²
Profundidad de Desplante:
Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Grava Mal Graduada

SISMO X-X
Z=0.35 U =1.50
S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE : Pórticos

C	=2.5
Hn	=3.20 m
Ct	=35
T	=0.11 s
R	=8

SISMO Y-Y
Z=0.35 U =1.50
S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE : Pórticos

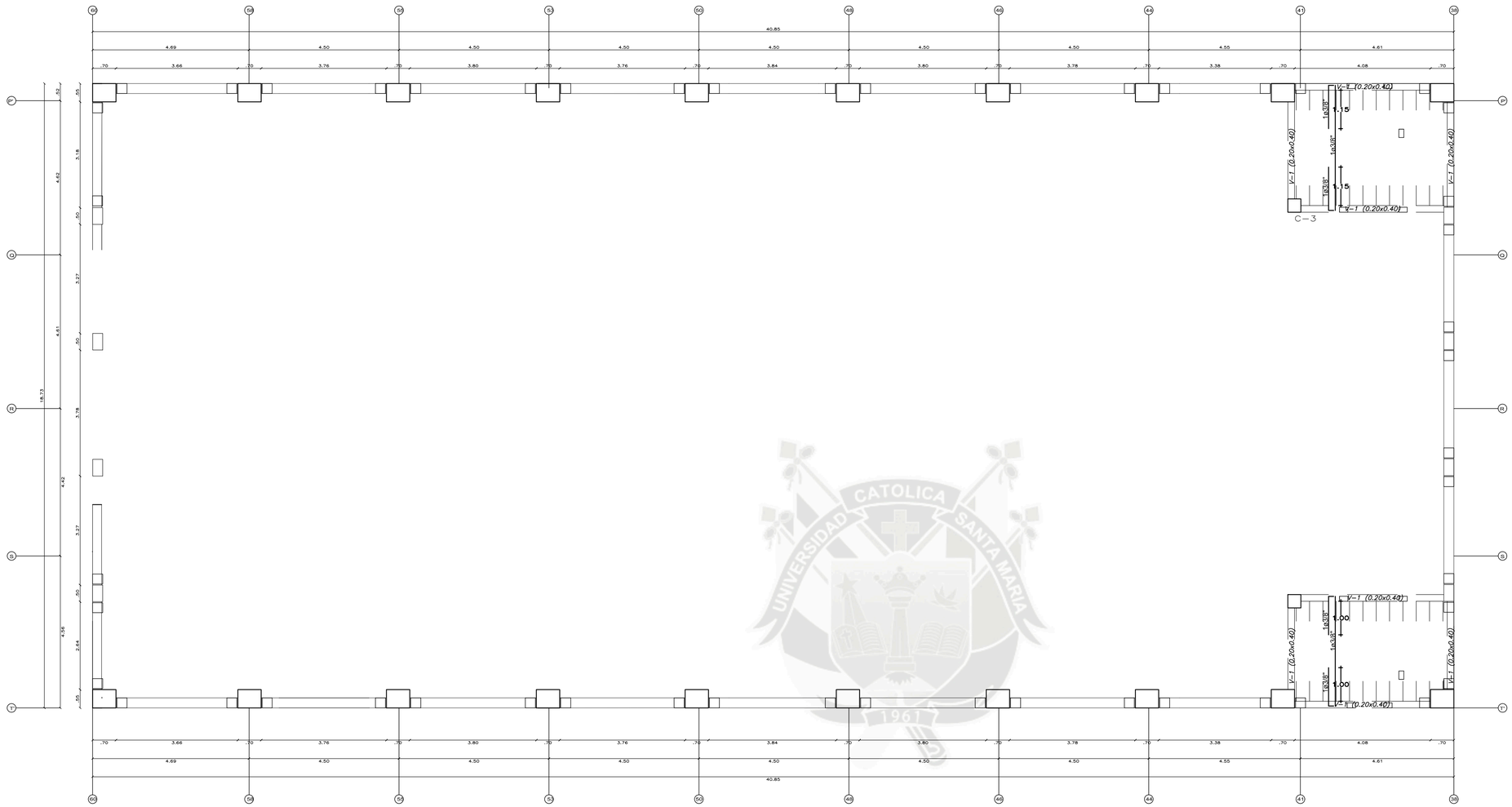
C	=2.5
Hn	=3.20 m
Ct	=60
T	=0.12 s
R	=8

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

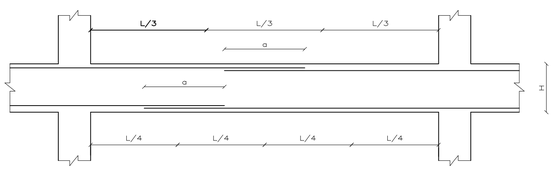
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: FOYER – ESTRUCTURAS
LAMINA: E-14
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2016

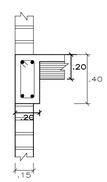


ENCOFRADO
ESC: 1/75

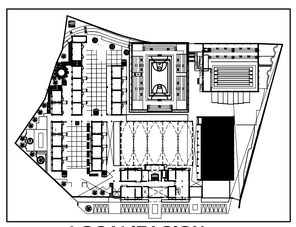
VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90



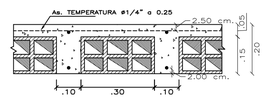
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS



4Ø5/8"
□Ø3/8" 1@.05, 4@.10 R.25 C/E
v-1 (0.20 x 0.40)
ESC. 1:25



LOCALIZACION
ESC. S/N



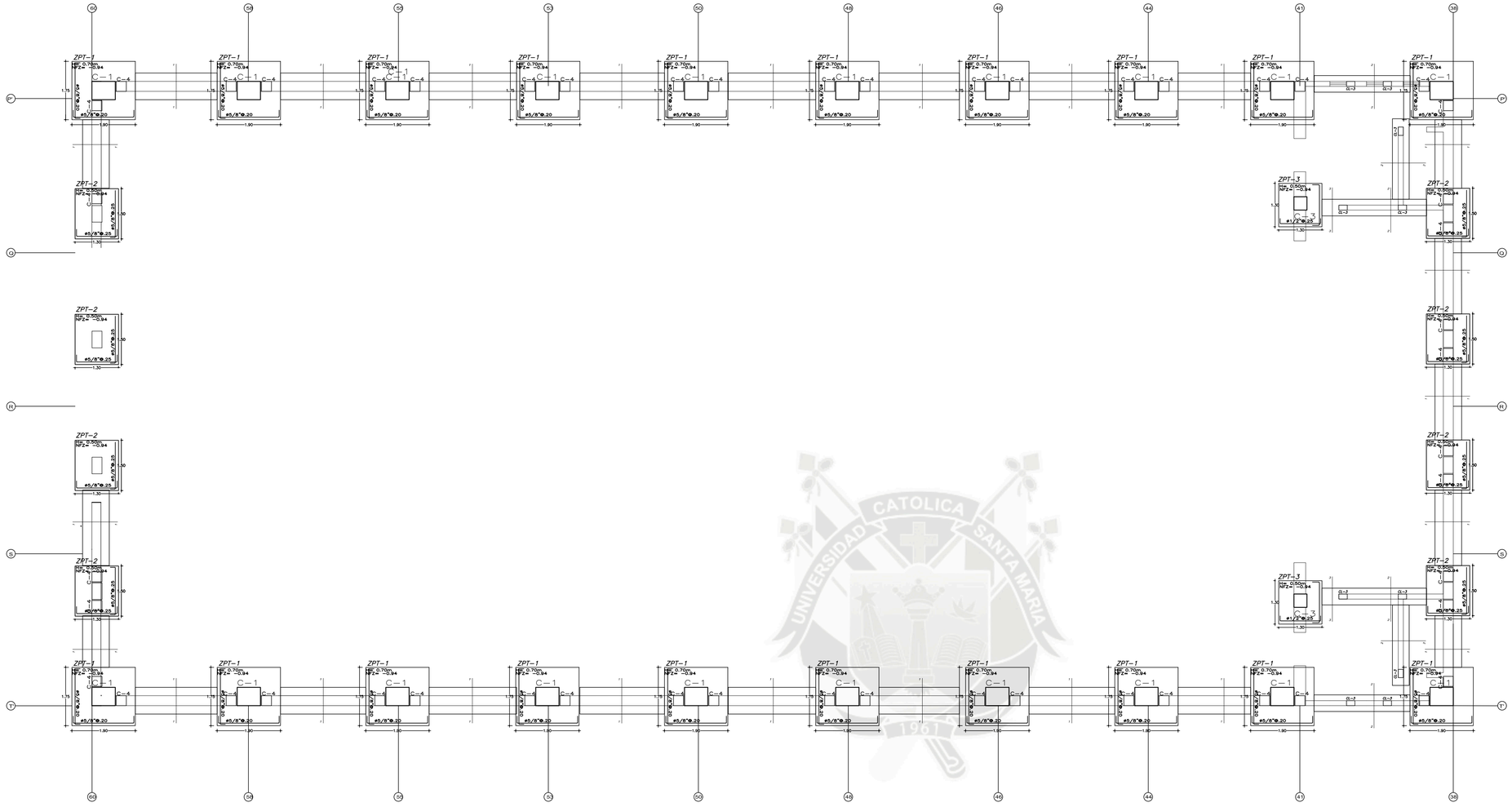
CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20
(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)
S/E

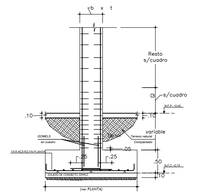
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

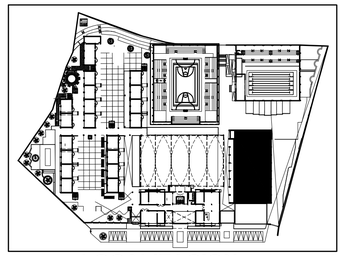
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: SUM – ENCOFRADO Y VIGAS
LAMINA: E-15
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2016





DETALLE ZAPATA



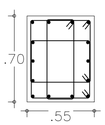
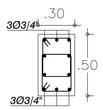
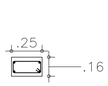
LOCALIZACION

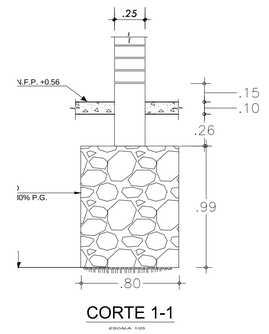
ESC. S/N

CIMENTACIONES

ESC: 1/75

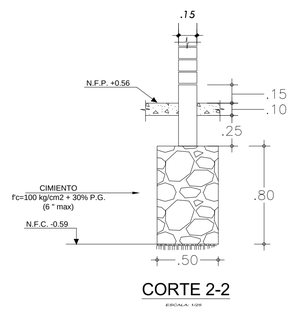
CUADRO DETALLE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	CL-3
1º					
	16 Ø 3/4" 3 □ 3/8":1@0.05 , 8@0.10 , R@0.25	6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □ 3/8": 1@0.05 , 8@0.10 , R@0.25	8 Ø 5/8" □ 3/8":1@0.05 , 6@0.10 , R@0.25	8 Ø 5/8" 2 □ 3/8":1@0.05 , 6@0.10 , R@0.20	4Ø1/2 Ø1/4"!@5,5@10,Rto@.15



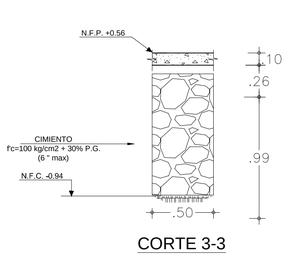
CORTE 1-1

ESCALA: 1/25



CORTE 2-2

ESCALA: 1/25



CORTE 3-3

ESCALA: 1/25

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²

σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²

Profundidad de Desplante:

Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Grava Mal Graduada

SISMO X-X

Z=0.35 U=1.50

S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :

Pórticos

C	=2.5
Hn	=9.20 m
Ct	=35
T	=0.12 s
R	=8

SISMO Y-Y

Z=0.35 U=1.50

S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :

Pórticos

C	=2.5
Hn	=9.20 m
Ct	=35
T	=0.12 s
R	=8

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

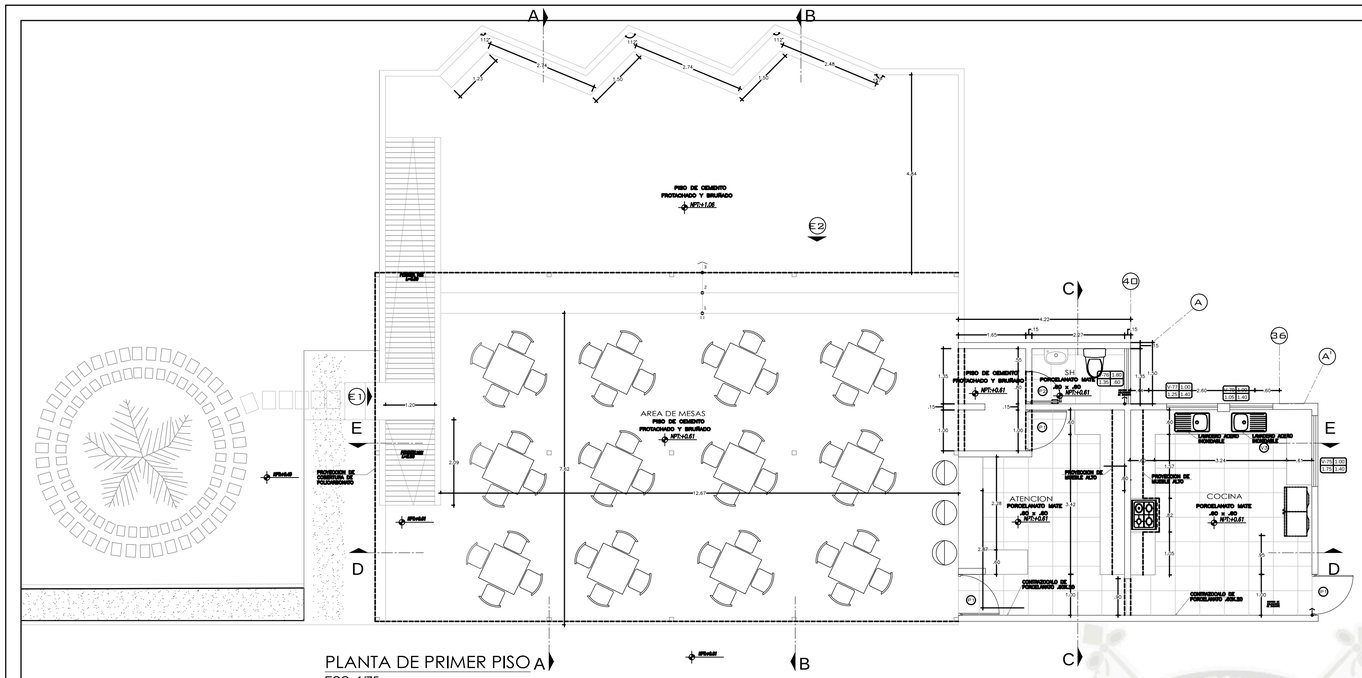
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: SUM – CIMENTACIONES

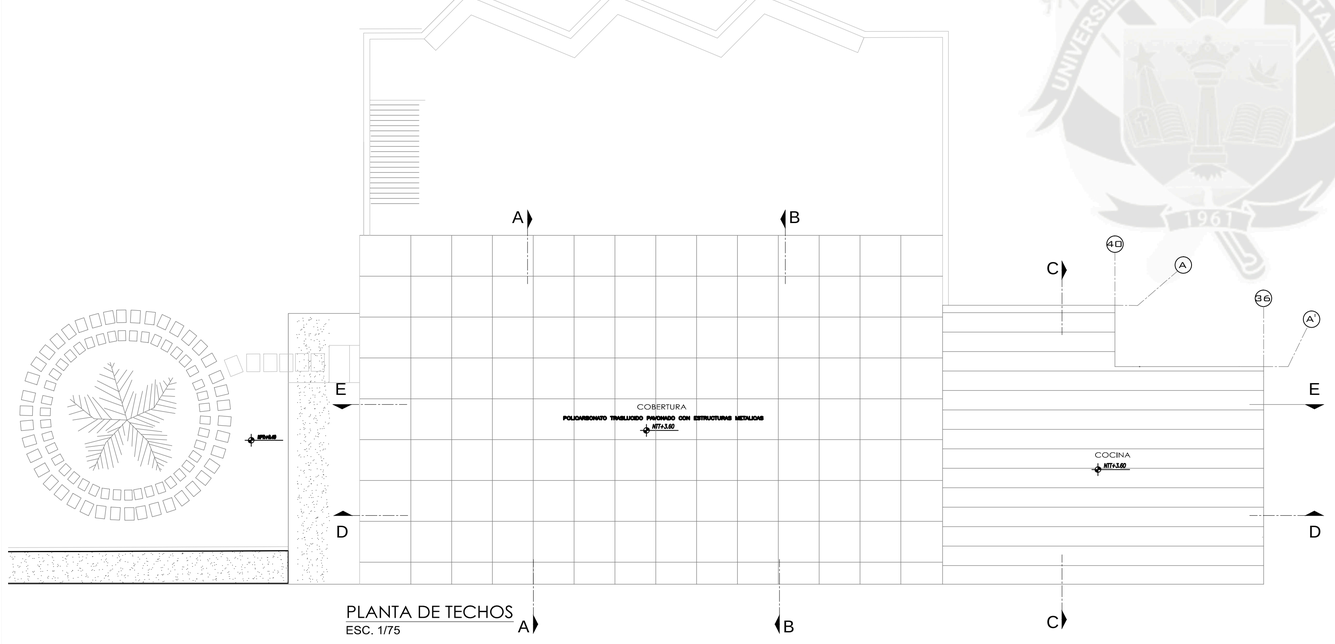
LAMINA: E-16

ESCALA: INDICADA

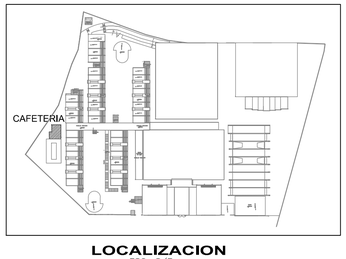
FECHA: DICIEMBRE 2016



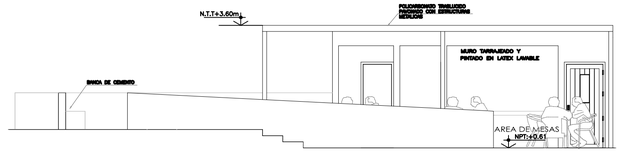
PLANTA DE PRIMER PISO
ESC. 1/75



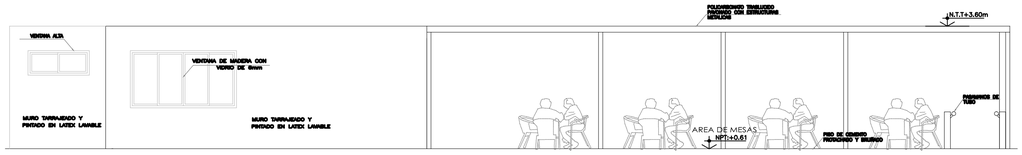
PLANTA DE TECHOS
ESC. 1/75



LOCALIZACION
ESC. S/E

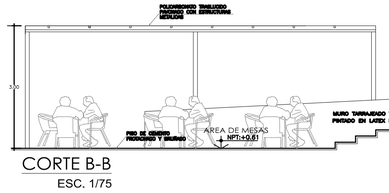


ELEVACION 1
ESC. 1/75

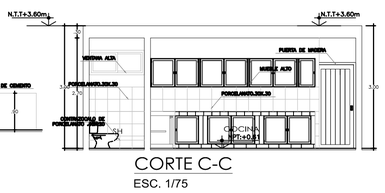


ELEVACION 2
ESC. 1/75

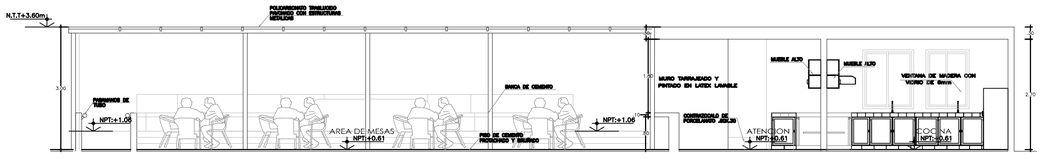
CORTE A-A
ESC. 1/75



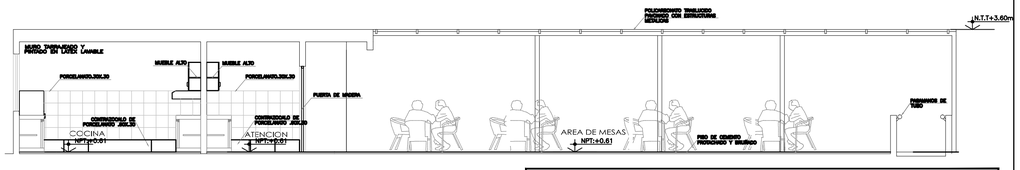
CORTE B-B
ESC. 1/75



CORTE C-C
ESC. 1/75



CORTE D-D
ESC. 1/75



CORTE E-E
ESC. 1/75

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

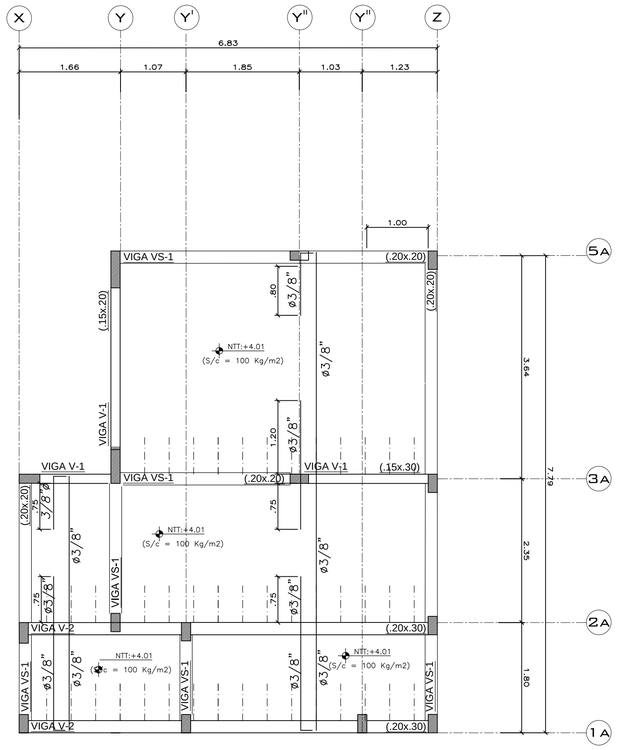
PLANO:
CAFETERIA – ARQUITECTURA

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

LAMINA:
A–09

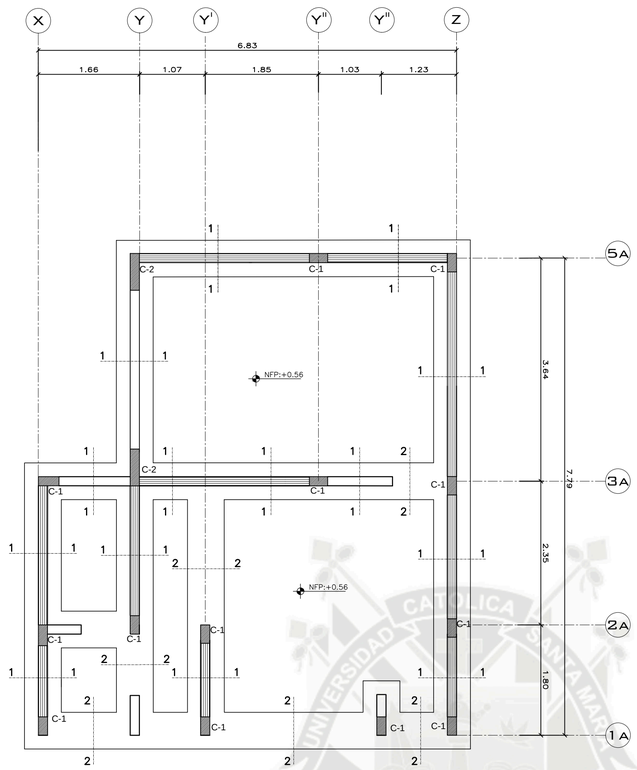
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2016



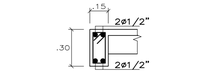
ENCOFRADO PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/50



CIMENTACION

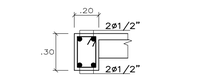
ESCALA: 1/50



3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15, Resto@.20 c/e

VIGA V-1 (.15X.30)

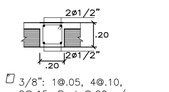
ESCALA: 1/50



3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15, Resto@.20 c/e

VIGA V-2 (.20X.30)

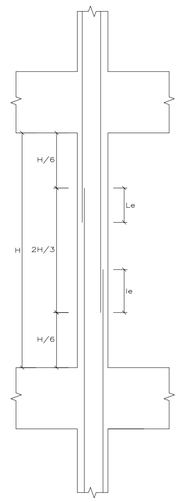
ESCALA: 1/50



3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15, Resto@.20 c/e

VIGA VS-1 (.20X.20)

ESCALA: 1/50

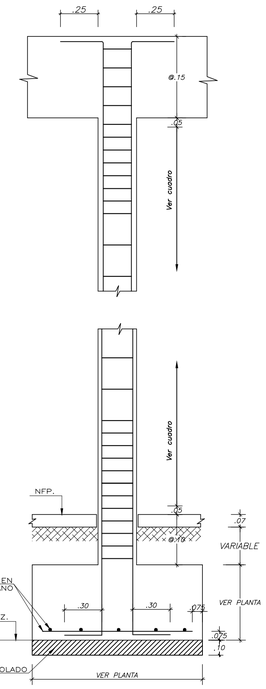


EMPALME DE REFUERZO VERTICAL EN COLUMNAS

S/E

ø	Le(m)
3/8"	.40
1/2"	.45
5/8"	.60
3/4"	.80
1"	1.20

NOTA.– EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE EMPALMAR FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO.

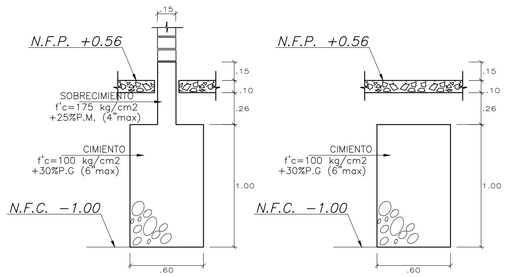


ANCLAJES Y REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS

Escala 1/25

DETALLE DE CIMENTACIÓN

ESCALA : 1 / 25



CORTE 1-1

ESCALA 1/25

CORTE 2-2

ESCALA 1/25

LEYENDA

- PLACAS
- MUROS PORTANTES
- MUROS TABIQUERIA

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.22 kg/cm²

σt(C. Corridos) = 2.22 kg/cm²

Profundidad de Desplante:

Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).

Grava Mal Graduada

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO ARMADO

–ZAPATAS	f'c=210 kg/cm2
–MURO, PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS ALIGERADA	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS MACIZA	f'c=210 kg/cm2

CONCRETO SIMPLE

CIMIENTO CORRIDO	f'c = 100 kg/cm2 +30% DE PIEDRA GRANDE (6" MAXIMO)
SOBRECIMIENTO	f'c = 175 kg/cm2 +25% DE PIEDRA MEDIANA (4" MAXIMO)

ACERO DE REFUERZO

BARRAS CORRUGADAS ASTM A–615 (GRADO 60) f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

–ZAPATAS		7.0 cm.
–MUROS Y LOSAS EN CONTACTO CON AGUA O TERRENO		4.0 cm.
–COLUMNAS Y VIGAS	ANCHO >=0.25	4.0 cm.
	ANCHO <=0.20	2.0 cm.
–PLACAS		2.5 cm.
–LOSAS		2.0 cm.

ALBAÑILERÍA

–f'm = 65 kg/cm2

–UNIDAD DE ALBAÑILERÍA: SE USARAN UNIDADES DE ARCILLA SÓLIDA (SIN HUECOS EN EL ÁREA DE ASENTADO QUE EXCEDAN EL 25% DE DICHA ÁREA)

–MORTERO CEMENTO : ARENA :: 1 : 4

–ESPESOR DE JUNTAS ENTRE HILADAS MÍNIMO 1 cm. MÁXIMO 1.5 cm.

SOBRECARGAS

NIVEL 1° (TECHO) 100kg/m2

CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

–SISTEMA ESTRUCTURAL:

DIRECCION X–X ALBAÑILERIA

DIRECCION Y–Y ALBAÑILERIA

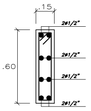
–PARÁMETROS DE FUERZA SISMICA:

Z=0.35 , U=1.5 , S=1.15 , Tp=0.6 seg. , Rx=6, Ry=6

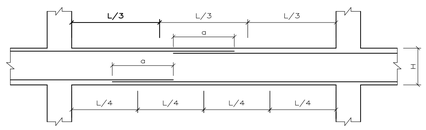
–DESPLAZAMIENTOS CALCULADOS SEGUN N.T.E.–030

MAXIMO RELATIVO Drx= 0.0028 ry= 0.0050

CUADRO DE COLUMNAS

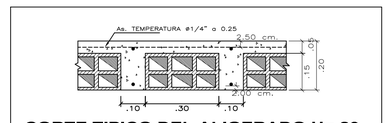
NIVEL	C-1	C-2
ÚNICO PISO		
	4ø1/2"	8ø1/2"
	3/8":1@.05,15@.15,Rto@.20	3/8":1@.05,15@.15,Rto@.20

ESCALA : 1 / 25



EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

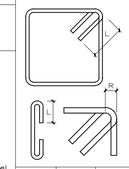
VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

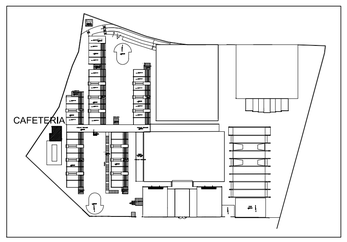


CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20

(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)

S/E

TRASLAPES Y EMPALMES						ESTRIBOS		
Ø	LOSAS, VIGAS (cm)		COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS			
	Ref. Inf.	Ref. Sup.						
6 mm	30							
3/8"	40	55	30					
1/2"	40	60	40					
5/8"	50	70	55					
3/4"	65	90	70	No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo	Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección			
1"	90	130	115			ø	L	Rmin.
						6 mm	10cm	1.5cm
						3/8"	15cm	2.0cm



LOCALIZACION

ESC. S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

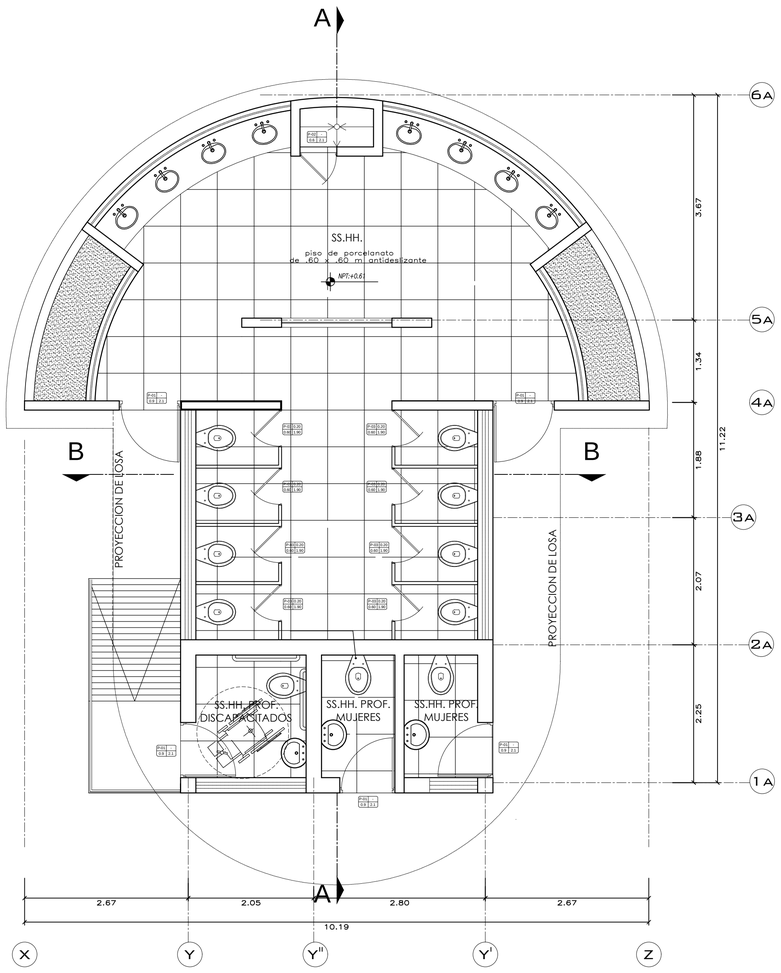
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE; BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: CAFETERIA – ENCOFRADO, CIMENTACION, VIGAS, COLUMNAS

LAMINA: E-17

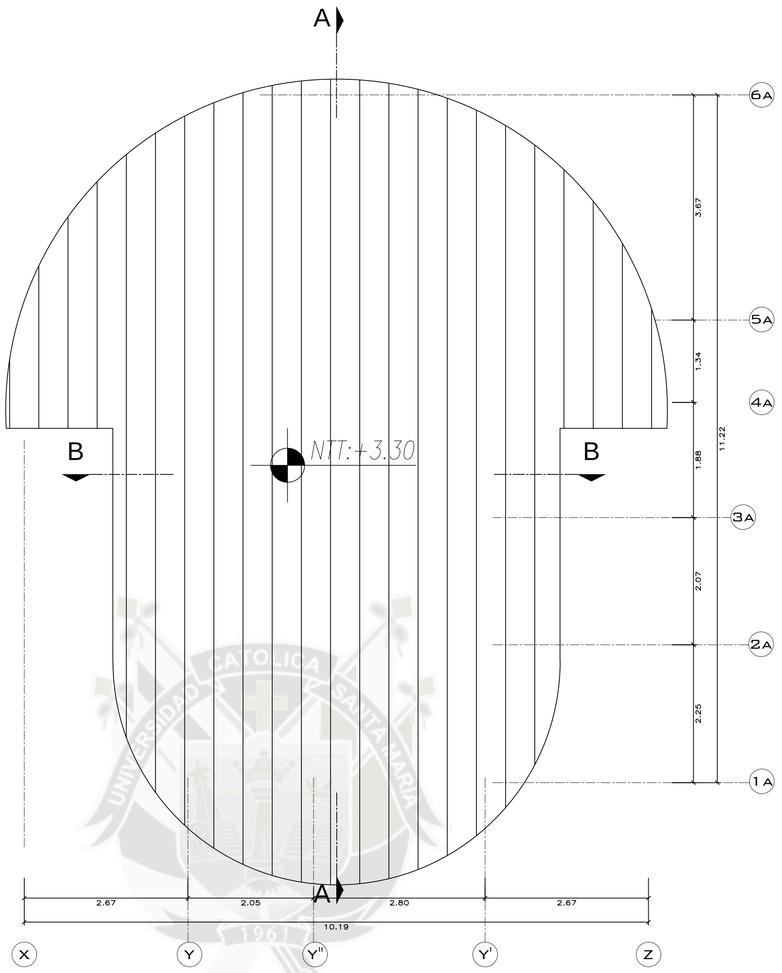
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



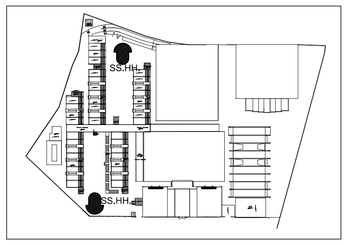
PRIMERA PLANTA

ESCALA : 1 / 50



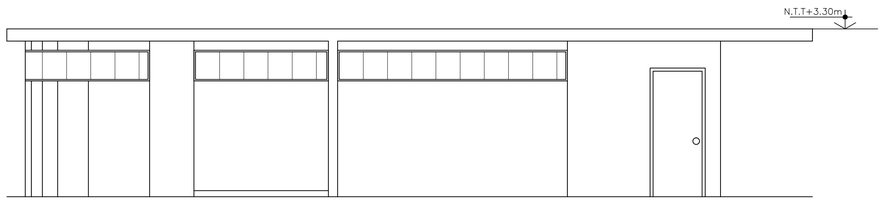
PLANTA DE TECHOS

ESCALA : 1 / 50



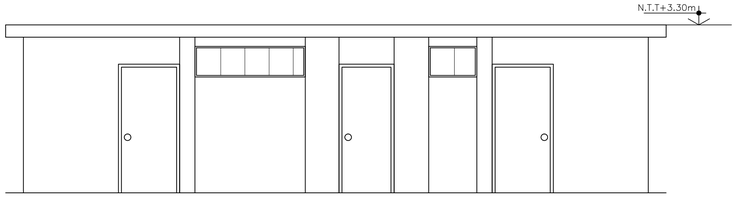
LOCALIZACION

ESC. S/E



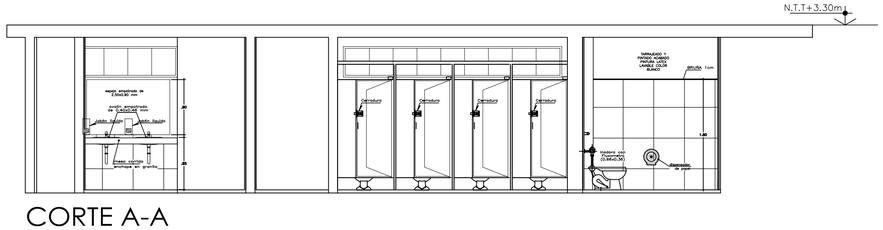
ELEVACION 1

ESC. 1/50



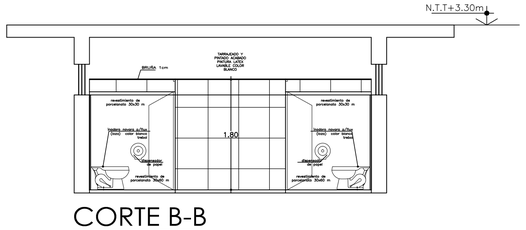
ELEVACION 2

ESC. 1/50



CORTE A-A

ESC. 1/50



CORTE B-B

ESC. 1/50

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

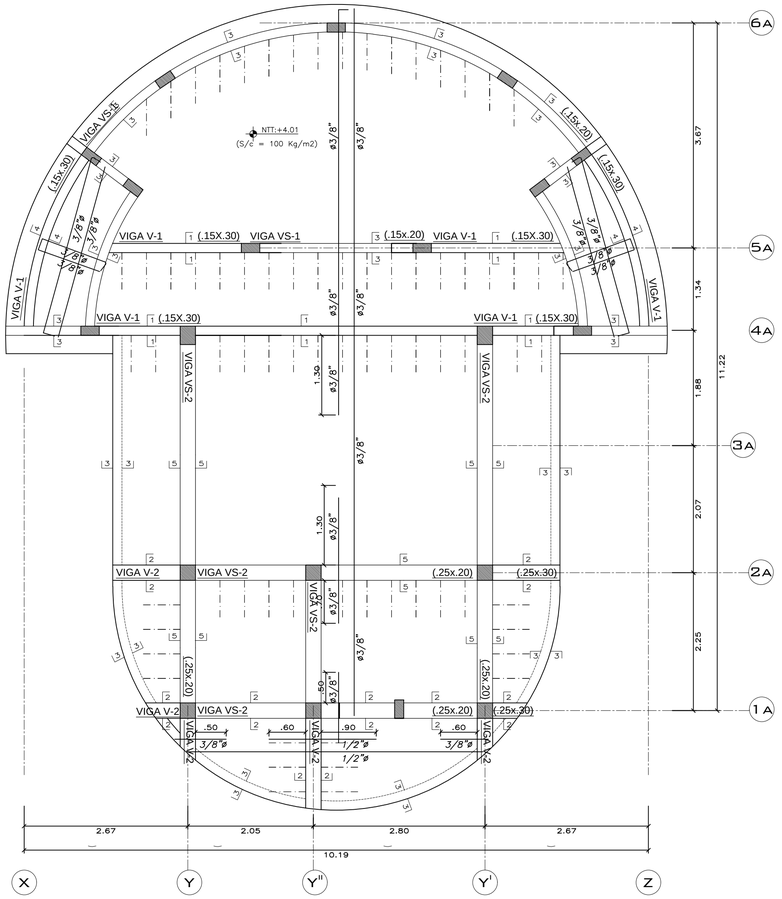
PLANO:
SS.HH. – ARQUITECTURA

DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

ESCALA: INDICADA

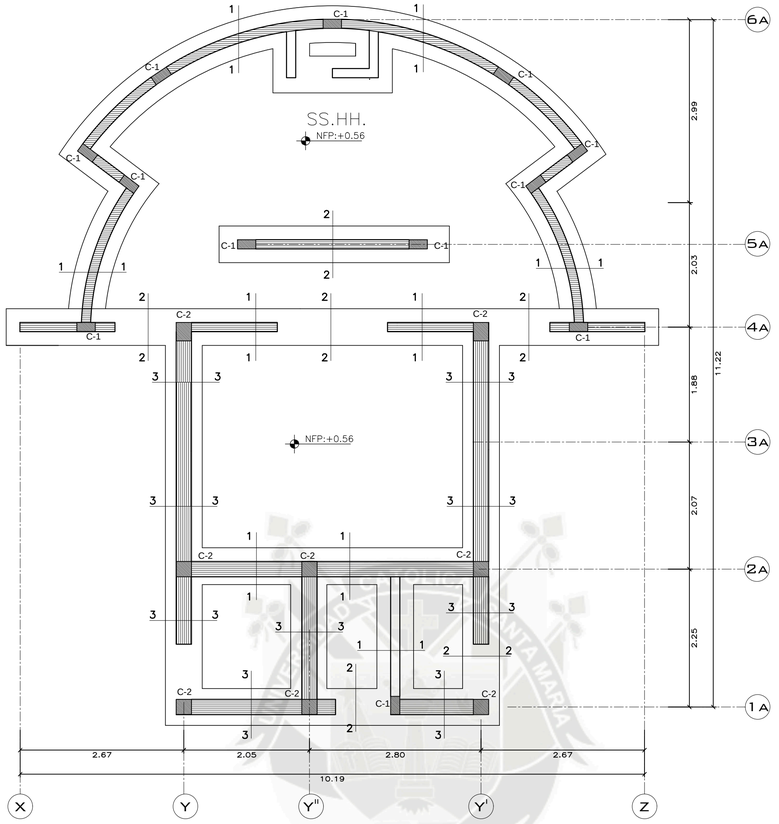
FECHA: DICIEMBRE 2016

LAMINA: A–10



ENCOFRADO PRIMER NIVEL

ESCALA: 1/50



CIMENTACION

ESCALA: 1/50

CORTE 1-1
ESCALA 1/25

CORTE 2-2
ESCALA 1/25

CORTE 3-3
ESCALA 1/25

LEYENDA

- PLACAS
- MUROS PORTANTES
- MUROS TABIQUERIA

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.22 kg/cm²
σt(C. Corridos) = 2.22 kg/cm²
Profundidad de Desplante:
Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Grava Mal Graduada

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO ARMADO

–ZAPATAS	f'c=210 kg/cm2
–MURO, PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS ALIGERADA	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS MACIZA	f'c=210 kg/cm2

CONCRETO SIMPLE

CIMIENTO CORRIDO	f'c = 100 kg/cm2 +30% DE PIEDRA GRANDE (6" MAXIMO)
SOBRECIMIENTO	f'c = 175 kg/cm2 +25% DE PIEDRA MEDIANA (4" MAXIMO)

ACERO DE REFUERZO

BARRAS CORRUGADAS ASTM A-615 (GRADO 60) f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

–ZAPATAS	7.0 cm.
–MUROS Y LOSAS EN CONTACTO CON AGUA O TERRENO	4.0 cm.
–COLUMNAS Y VIGAS ANCHO >=0.25	4.0 cm.
ANCHO <=0.20	2.0 cm.
–PLACAS	2.5 cm.
–LOSAS	2.0 cm.

ALBAÑILERÍA

–f'm = 65 kg/cm2
–UNIDAD DE ALBAÑILERÍA:
SE USARAN UNIDADES DE ARCILLA SÓLIDA (SIN HUECOS EN EL ÁREA DE ASENTADO QUE EXCEDAN EL 25% DE DICHA ÁREA)
–MORTERO CEMENTO : ARENA :: 1 : 4
–ESPESOR DE JUNTAS ENTRE HILADAS MÍNIMO 1 cm. MÁXIMO 1.5 cm.

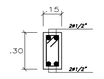
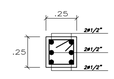
SOBRECARGAS

NIVEL 1° (SS.HH) 100kg/m2

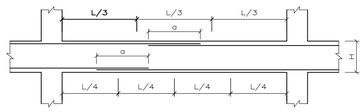
CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

–SISTEMA ESTRUCTURAL:
DIRECCION X–X ALBAÑILERIA
DIRECCION Y–Y ALBAÑILERIA
–PARÁMETROS DE FUERZA SISMICA:
Z=0.35 , U=1.5 , S=1.15 , Tp=0.6 seg. , Rx=6, Ry=6
–DESPLAZAMIENTOS CALCULADOS SEGUN N.T.E.–030
MAXIMO RELATIVO Drx= 0.0028 ry= 0.0050

CUADRO DE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2
ÚNICO PISO		
	4ø1/2"	6ø1/2"
	3/8": 1@.05,15@.15,Rto@.20	3/8": 1@.05,15@.15,Rto@.20

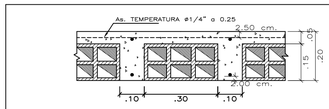
ESCALA 1/25



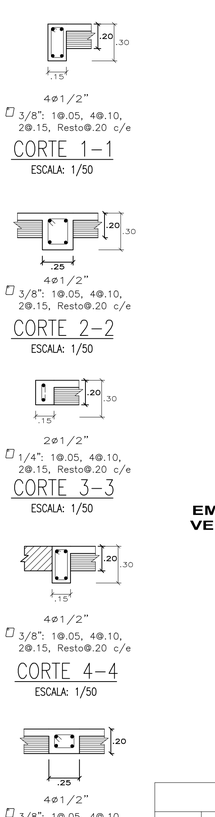
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

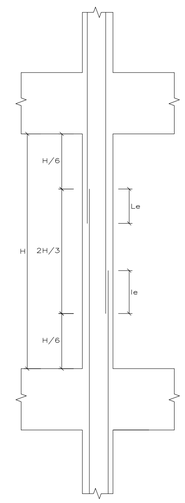
VALORES DE a

ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90



CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20
(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)
S/E

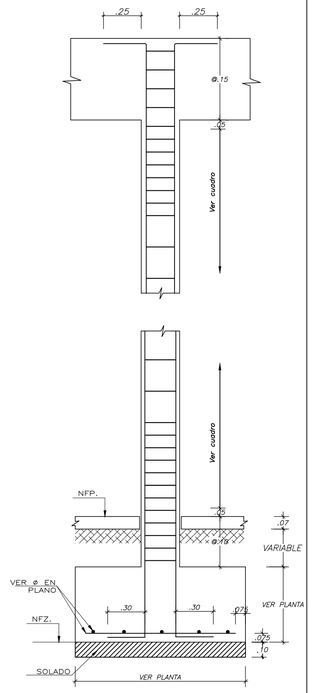




EMPALME DE REFUERZO VERTICAL EN COLUMNAS
S/E

ø	Le(m)
3/8"	.40
1/2"	.45
5/8"	.60
3/4"	.80
1"	1.20

NOTA.– EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE EMPALMAR FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO.

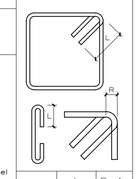


ANCLAJES Y REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS
Escala 1/25

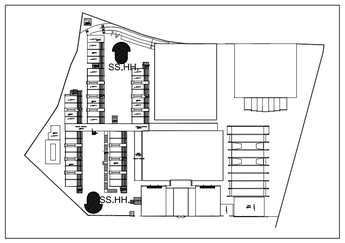
TRASLAPES Y EMPALMES

Ø	LOSAS, VIGAS (cm) Ref. Inf.	LOSAS, VIGAS (cm) Ref. Sup.	COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS
6 mm	30				
3/8"	40	55	30		
1/2"	40	60	40		
5/8"	50	70	55	No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo	Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección
3/4"	65	90	70		
1"	90	130	115		

ESTRIBOS



ø	L	Rmin.
6 mm	10cm	1.5cm
3/8"	15cm	2.0cm



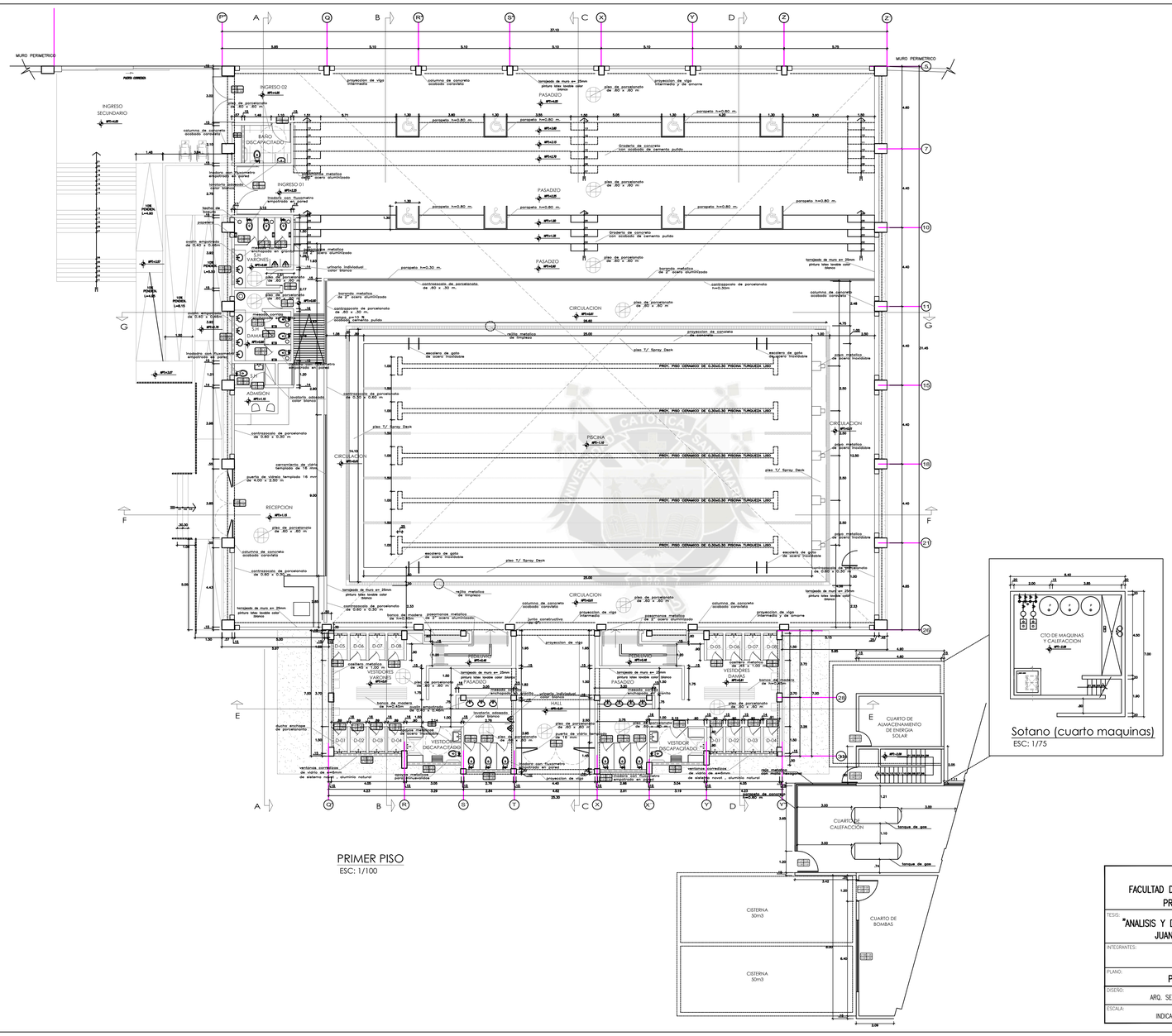
LOCALIZACION
ESC. S/E

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: SS.HH. – ENCOFRADO, CIMENTACION, VIGAS, COLUMNAS
LAMINA: E-18
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2016



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

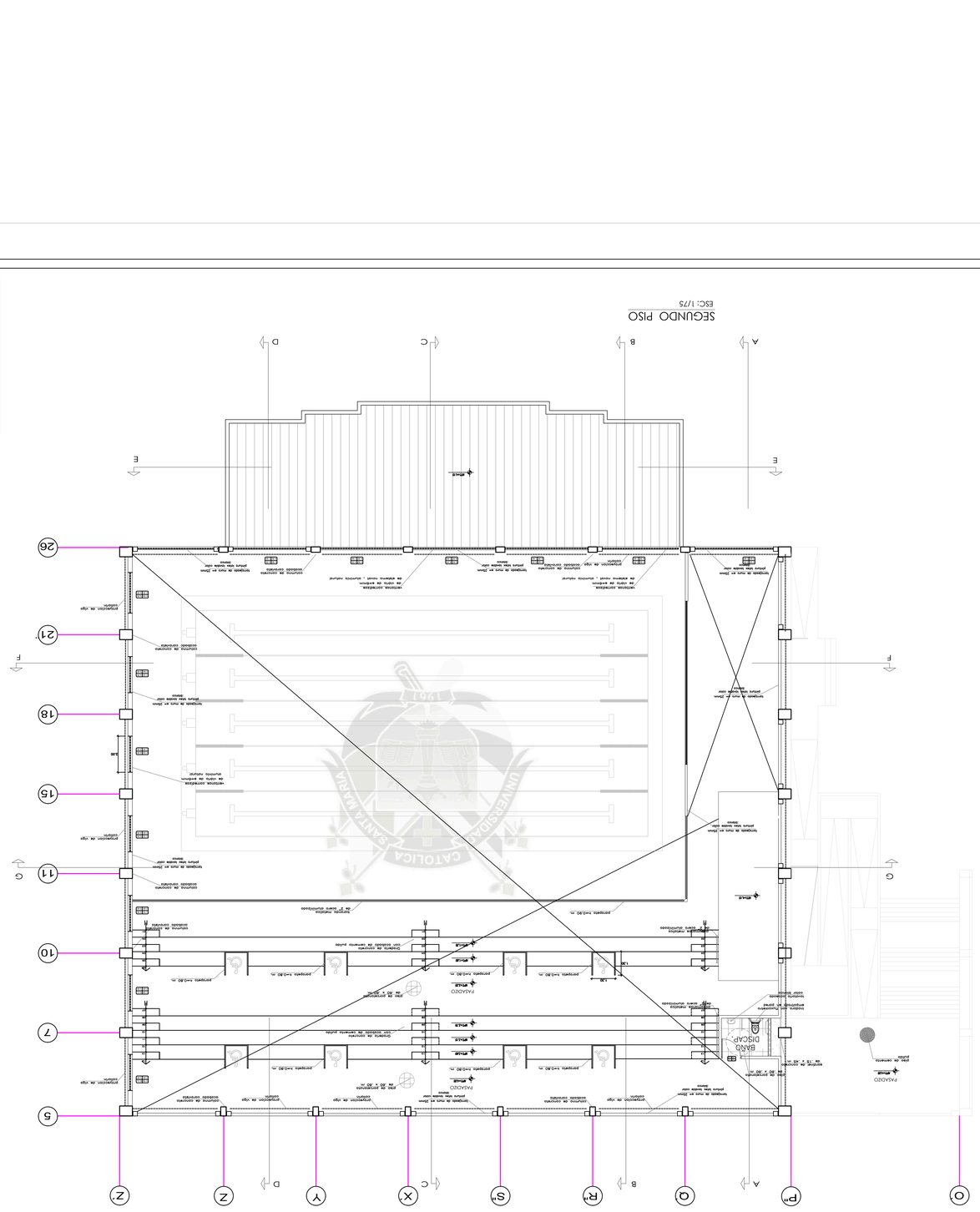
PLANO:
PISCINA – ARQUITECTURA – PRIMER PISO

DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

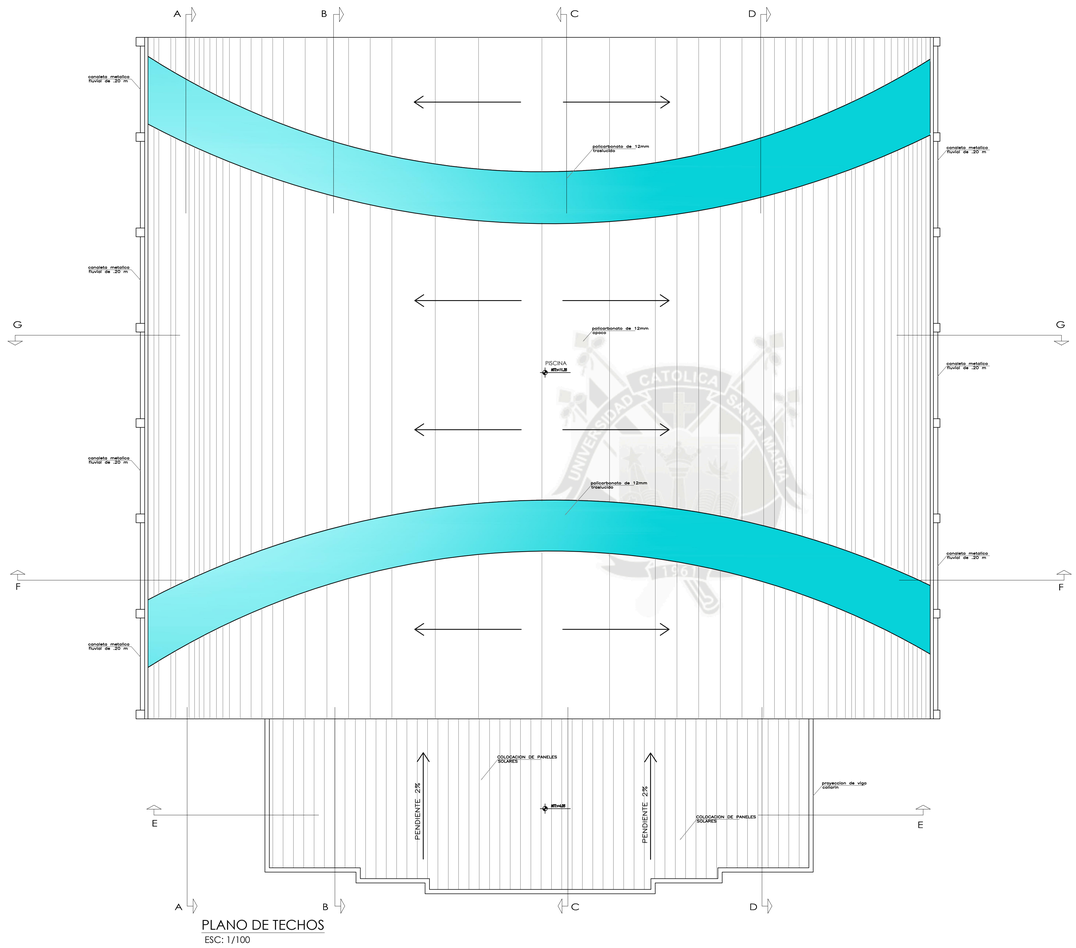
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016

LAMINA: A–11



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
AUTOR(ES): BACH. KEDNA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: PISCINA – ARQUITECTURA – SEGUNDO PISO	
ASESOR: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875	LAMINA: A–12
ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2016	



PLANO DE TECHOS

ESC: 1/100

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

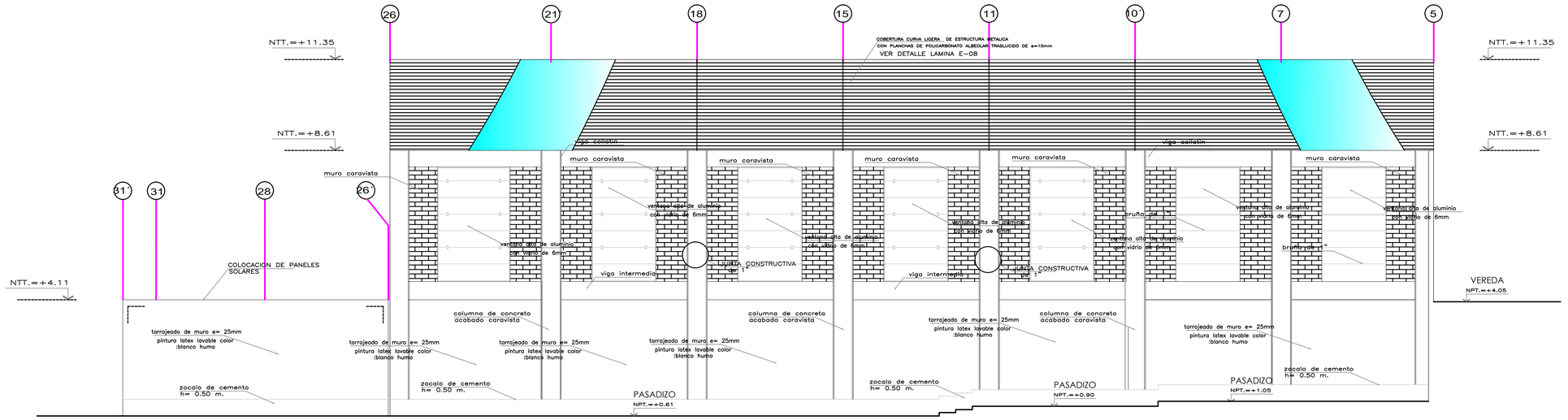
PLANO:
PISCINA – ARQUITECTURA – TECHO

DISEÑO: ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

LAMINA: A–13

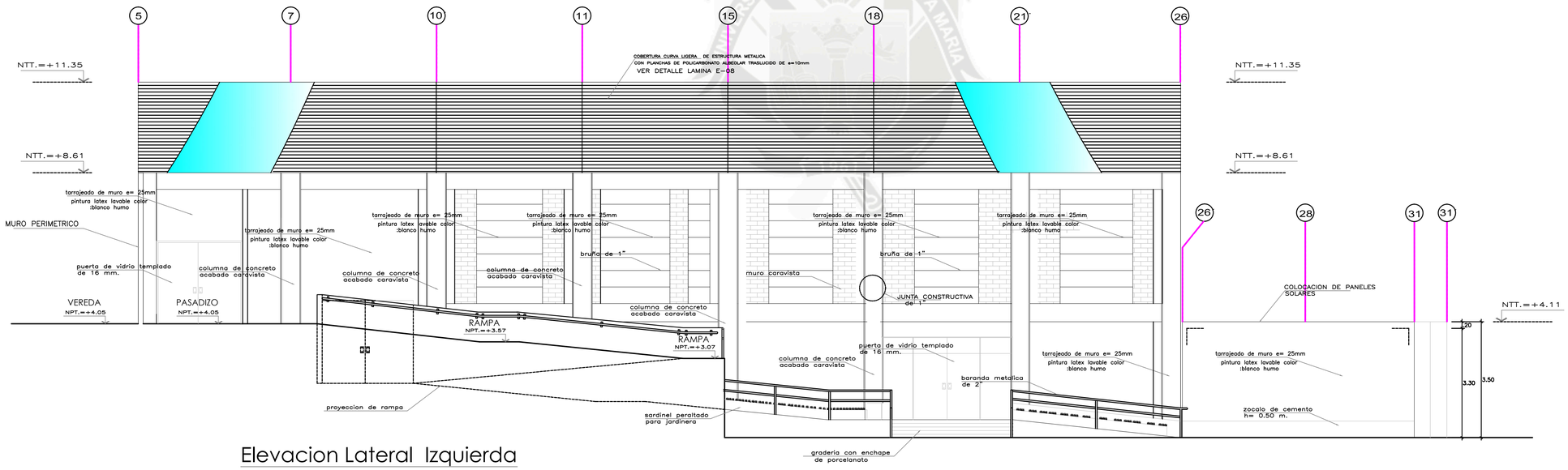
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



Elevacion Lateral Derecha

ESC: 1/75



Elevacion Lateral Izquierda

ESC: 1/75

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

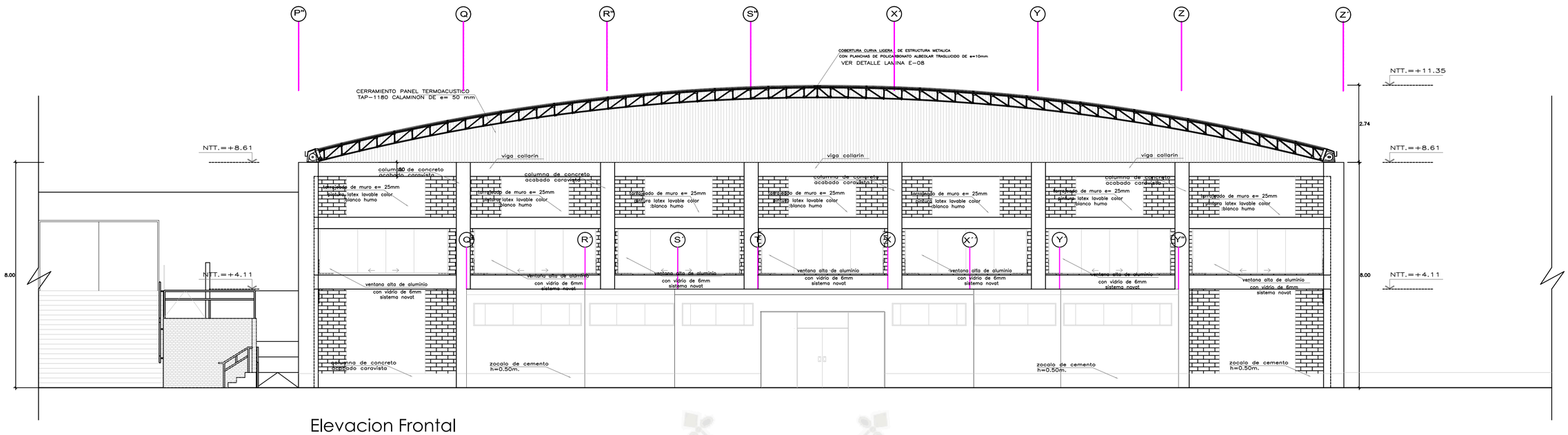
PLANO:
PISCINA – ARQUITECTURA – ELEVACIONES

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

LAMINA:
A-14

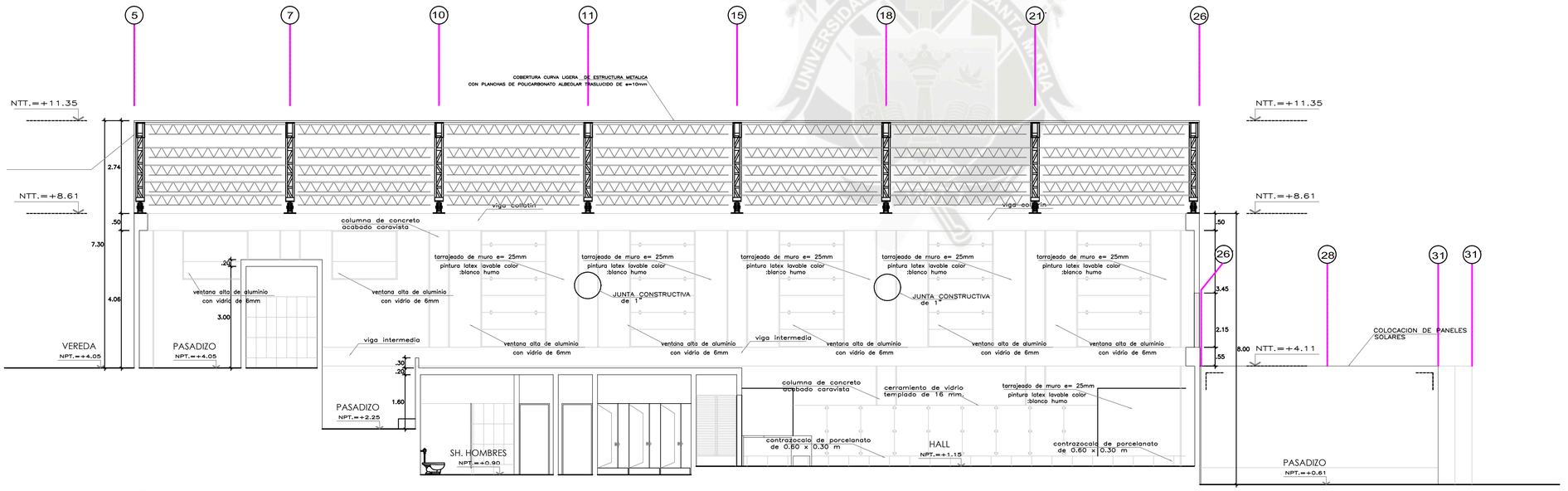
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
DICIEMBRE 2016



Elevacion Frontal

ESC: 1/75



Corte Longitudinal A- A

ESC: 1/75

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

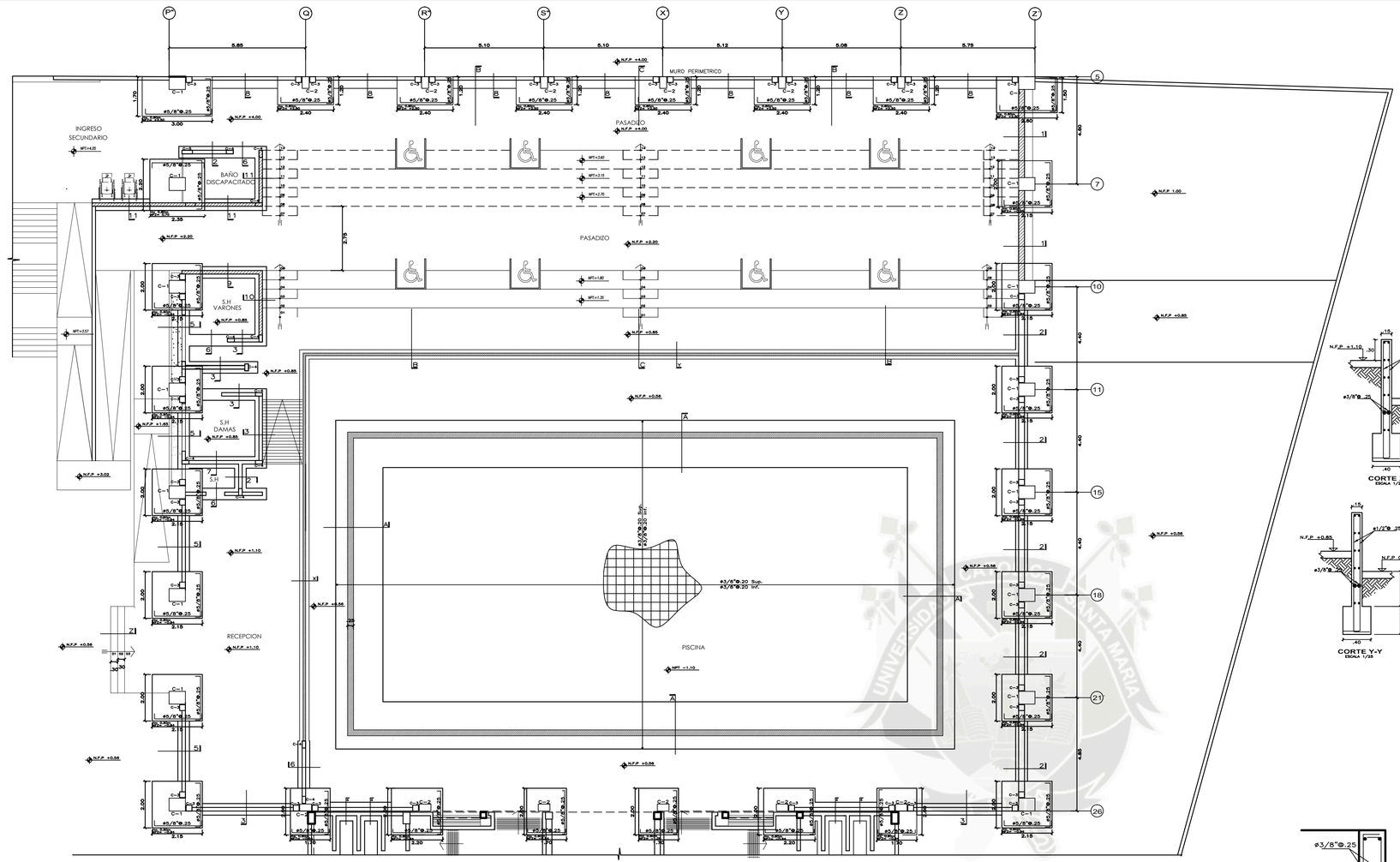
PLANO:
PISCINA – ARQUITECTURA – CORTES

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

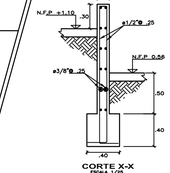
LAMINA:
A–15

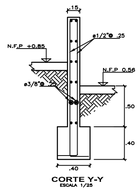
ESCALA:
INDICADA

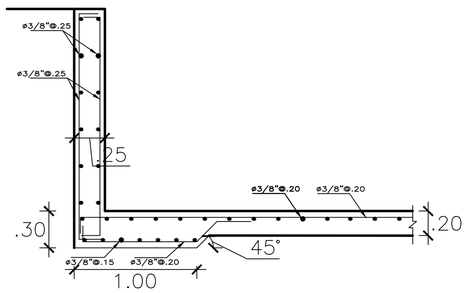
FECHA:
DICIEMBRE 2016

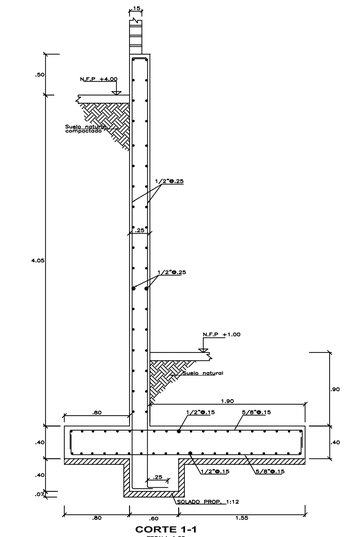


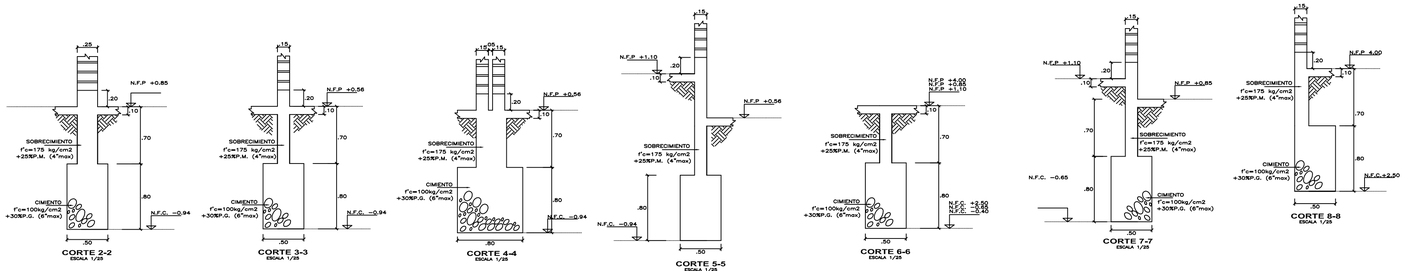
CIMENTACION PISCINA
ESC. 1/75











ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO ARMADO

–ZAPATAS	f'c=210 kg/cm2
–MURO, PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS ALIGERADA	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS MACIZA	f'c=210 kg/cm2

CONCRETO SIMPLE

CIMIENTO CORRIDO	f'c = 100 kg/cm2 +30% DE PIEDRA GRANDE (6" MAXIMO)
SOBRECIMIENTO REFORZADO	f'c = 175 kg/cm2 +25% DE PIEDRA MEDIANA (4" MAXIMO)

ACERO DE REFUERZO

BARRAS CORRUGADAS ASTM A–615 (GRADO 60) — f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

–ZAPATAS		7.0 cm.
–MUROS Y LOSAS EN CONTACTO CON AGUA O TERRENO		4.0 cm.
–COLUMNAS Y VIGAS	ANCHO >=0.25	4.0 cm.
	ANCHO <=0.20	2.0 cm.
–PLACAS		2.5 cm.
–LOSAS		2.0 cm.

ALBAÑILERÍA

–f'm = 65 kg/cm2
–UNIDAD DE ALBAÑILERÍA:
SE USARAN UNIDADES DE ARCILLA SÓLIDA (SIN HUECOS EN EL ÁREA DE ASENTADO QUE EXCEDAN EL 25% DE DICHA ÁREA)

–MORTERO	CEMENTO : ARENA :: 1 : 4
–ESPESOR DE JUNTAS ENTRE HILADAS	MÍNIMO 1 cm. MÁXIMO 1.5 cm.

SOBRECARGAS

NIVEL GRADERIAS	500 kg/m2
ULTIMO NIVEL (COBERTURA METALICA)	30 kg/m2

CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

–SISTEMA ESTRUCTURAL:

DIRECCION X–X	PÓRTICOS
DIRECCION Y–Y	PÓRTICOS

–PARÁMETROS DE FUERZA SISMICA:
Z=0.3 , U=1.5 , S=1.2 , Tp=0.6 seg. , Rx=8, Ry=8

–DESPLAZAMIENTOS CALCULADOS SEGUN N.T.E.–030

MAXIMO ABSOLUTO	Dx= 0.07cm.	Dy= 0.10cm.
MAXIMO RELATIVO	Drx= 0.004	Dry= 0.0065

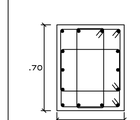
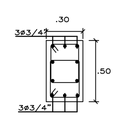
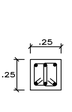
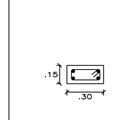
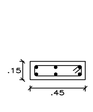
LEYENDA

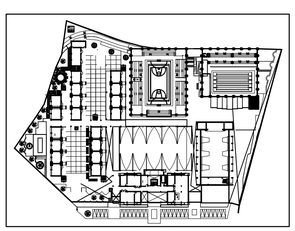
- PLACAS
- MUROS PORTANTES
- MUROS TABIQUERIA

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²
σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²
Profundidad de Desplante:
Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Grava Mal Graduada

CUADRO DE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
1° nivel					
	14ø3/4" 3□3/8": 1@.05, 6@.10, R@.25	6ø3/4"+4ø5/8" 2□3/8":1@.05, 6@.10, R@.25	6ø5/8" 2□3/8":1@.05, 6@.10, R@.25	4ø1/2" □1/4":1@.05, 6@.10, R@.25	6ø1/2" □1/4":1@.05, 6@.10, R@.25



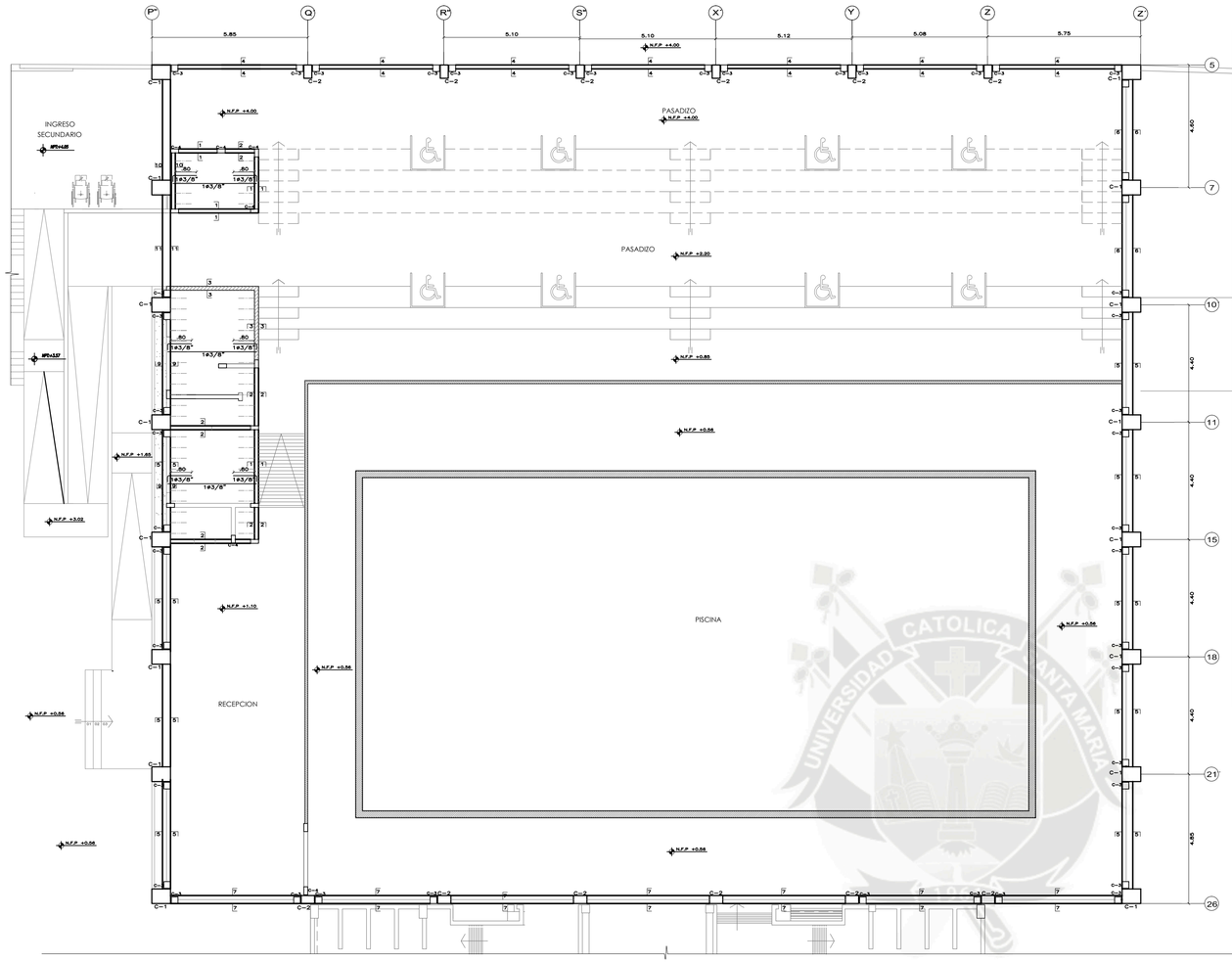
LOCALIZACION
ESC. S/N

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

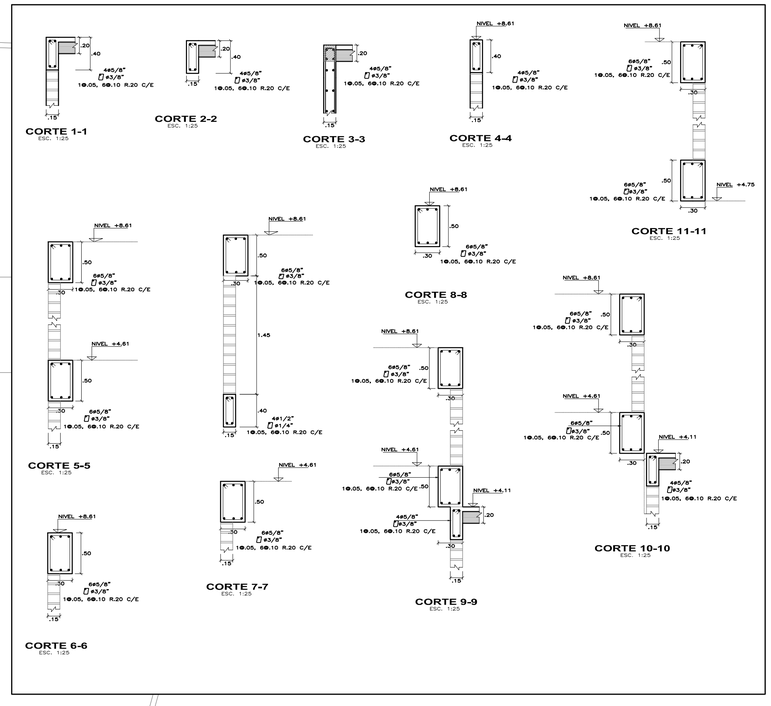
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

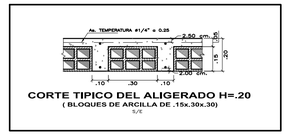
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PISCINA – CIMENTACION
LAMINA: E–19
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2016

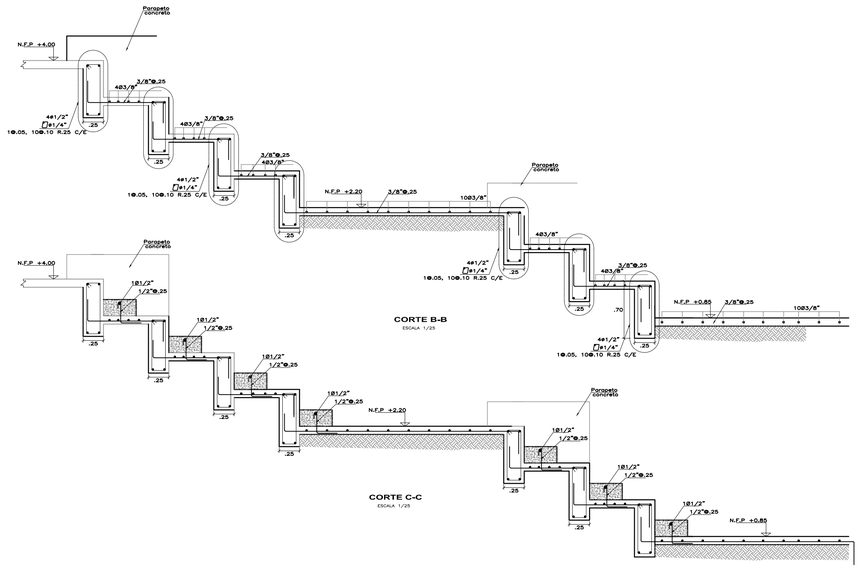


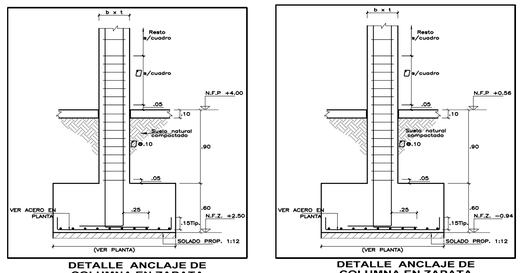
ENCOFRADO PISCINA
ESC. 1/75





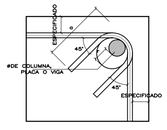
CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20
(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)
S/E





DETALLE ANCLAJE DE COLUMNA EN ZAPATA
ESCALA 1:25

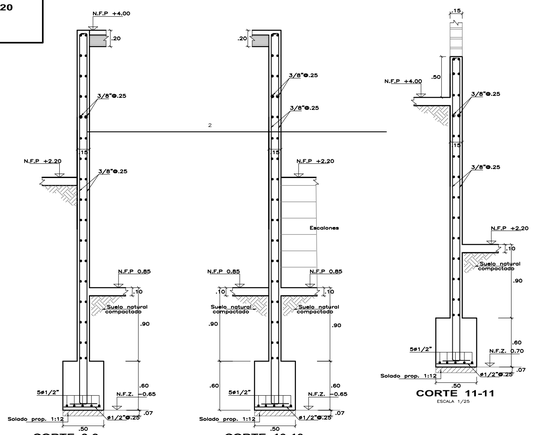
DETALLE ANCLAJE DE COLUMNA EN ZAPATA
ESCALA 1:25



ø	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	2	8
3/8"	3	13

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS
ESCALA S/E

LOCALIZACION
ESC. S/N



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

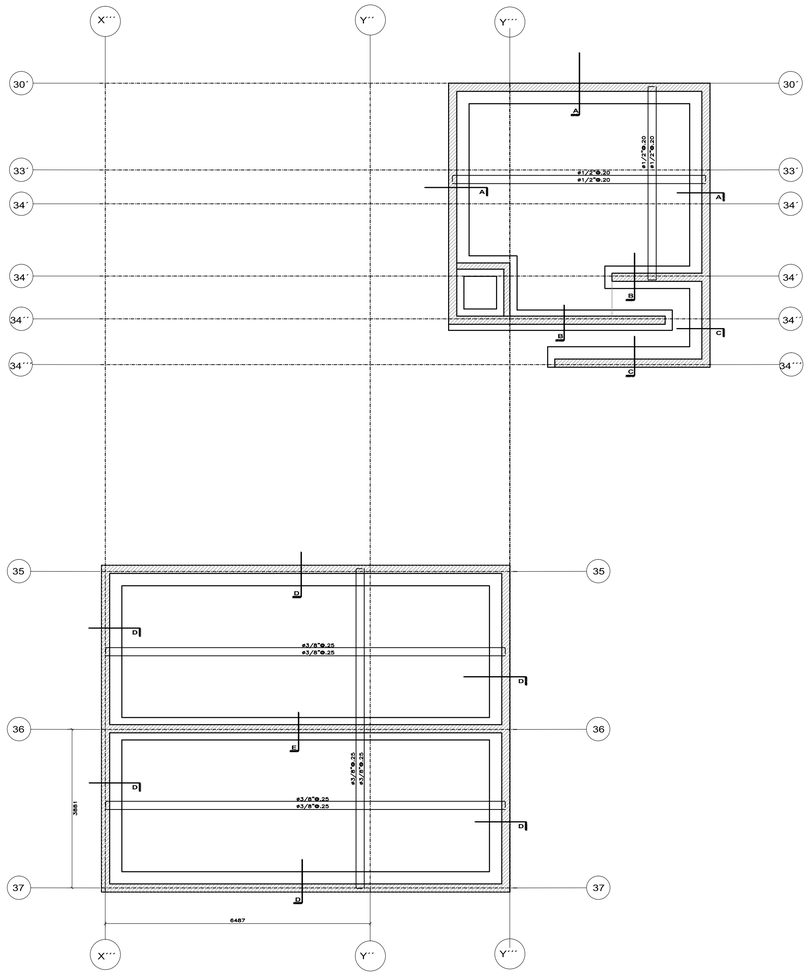
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PISCINA – VIGAS

LAMINA: E-20

ESCALA: INDICADA

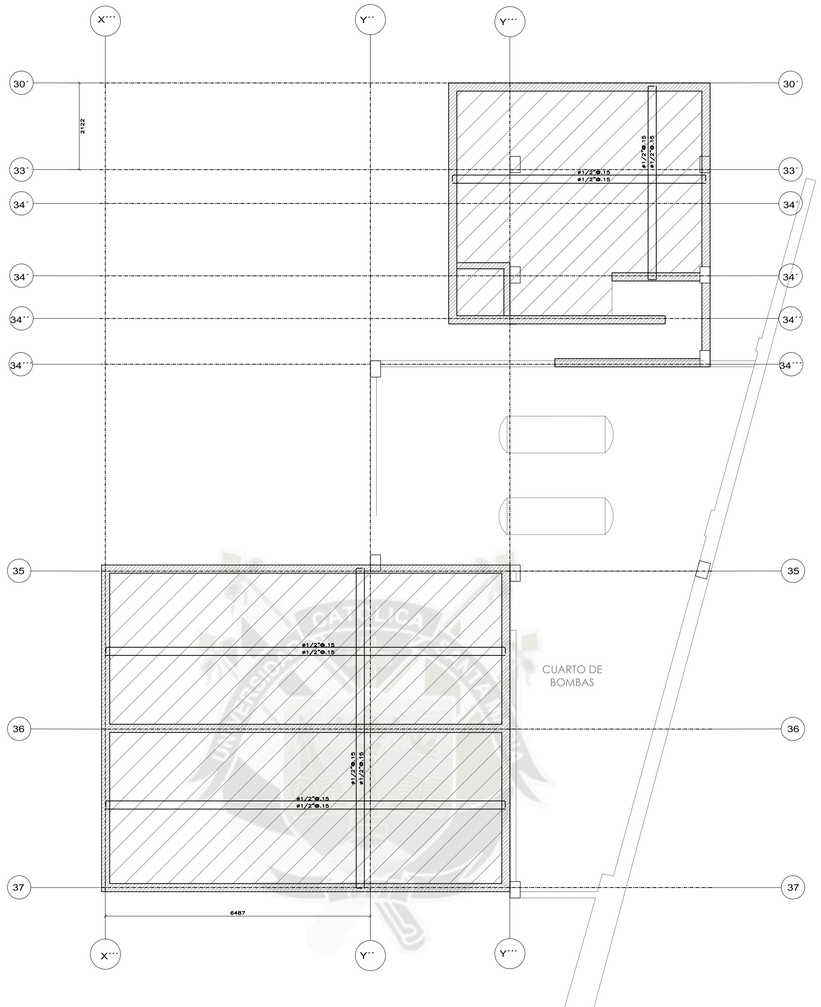
FECHA: DICIEMBRE 2016



LOSA INFERIOR (cuarto máquinas)

S/C=500 Kg/m2, e=20cm

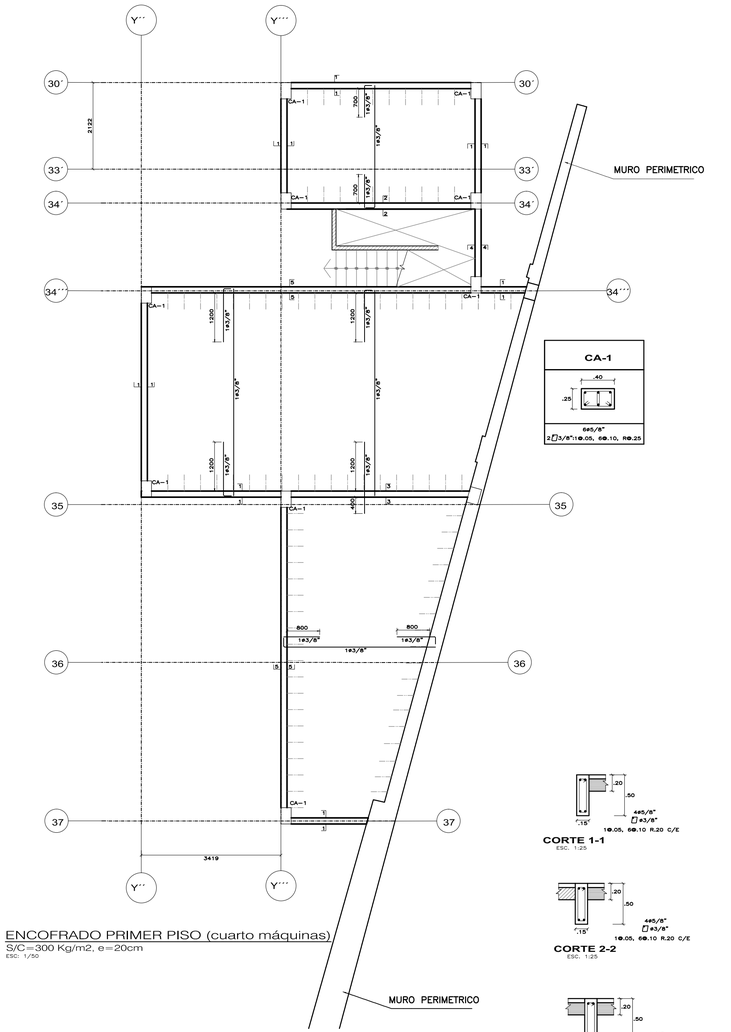
ESC: 1/50



LOSA SUPERIOR(cuarto máquinas)

S/C=500 Kg/m2, e=20cm

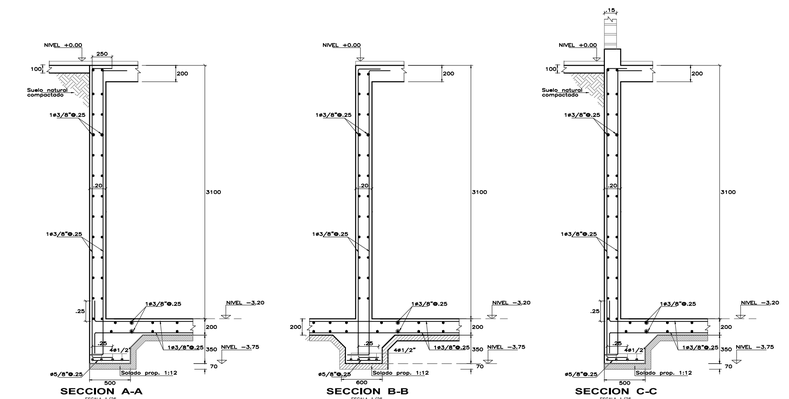
ESC: 1/50



ENCOFRADO PRIMER PISO (cuarto máquinas)

S/C=300 Kg/m2, e=20cm

ESC: 1/50



SECCION A-A

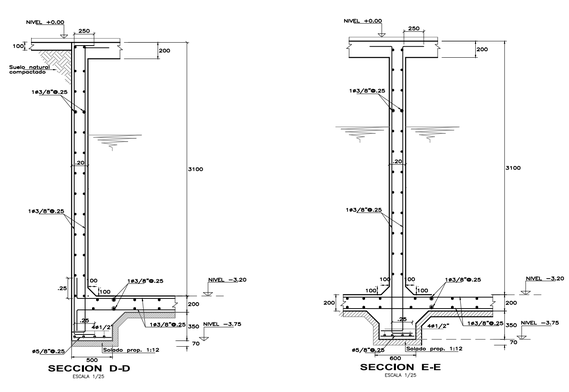
ESCALA 1/25

SECCION B-B

ESCALA 1/25

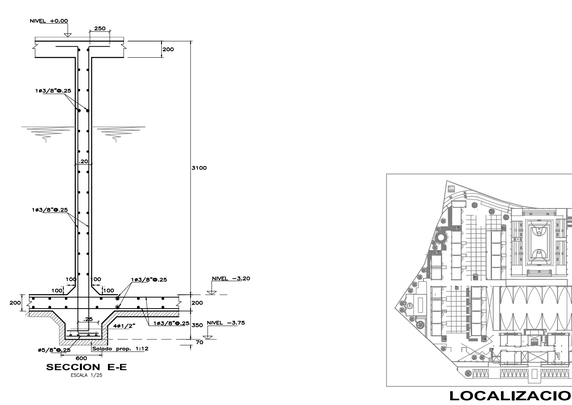
SECCION C-C

ESCALA 1/25



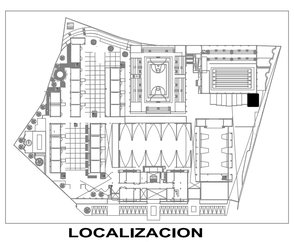
SECCION D-D

ESCALA 1/25



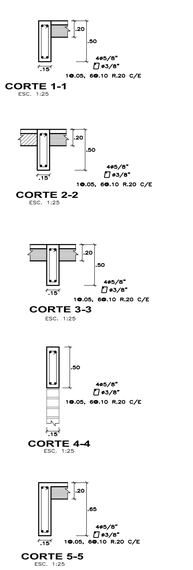
SECCION E-E

ESCALA 1/25



LOCALIZACION

ESC. S/N



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CISTERNA

- CONCRETO : f'c=280 Kg/cm2
- ACERO : fy=4,200 kg/cm2
- EL PISO Y LAS PAREDES DE LA CISTERNA IRAN TARRAJEADOS CON INFERMEABILIZANTE SIKA 1 O SIMILAR EN LA DOSIS QUE INDIQUE EL FABRICANTE.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

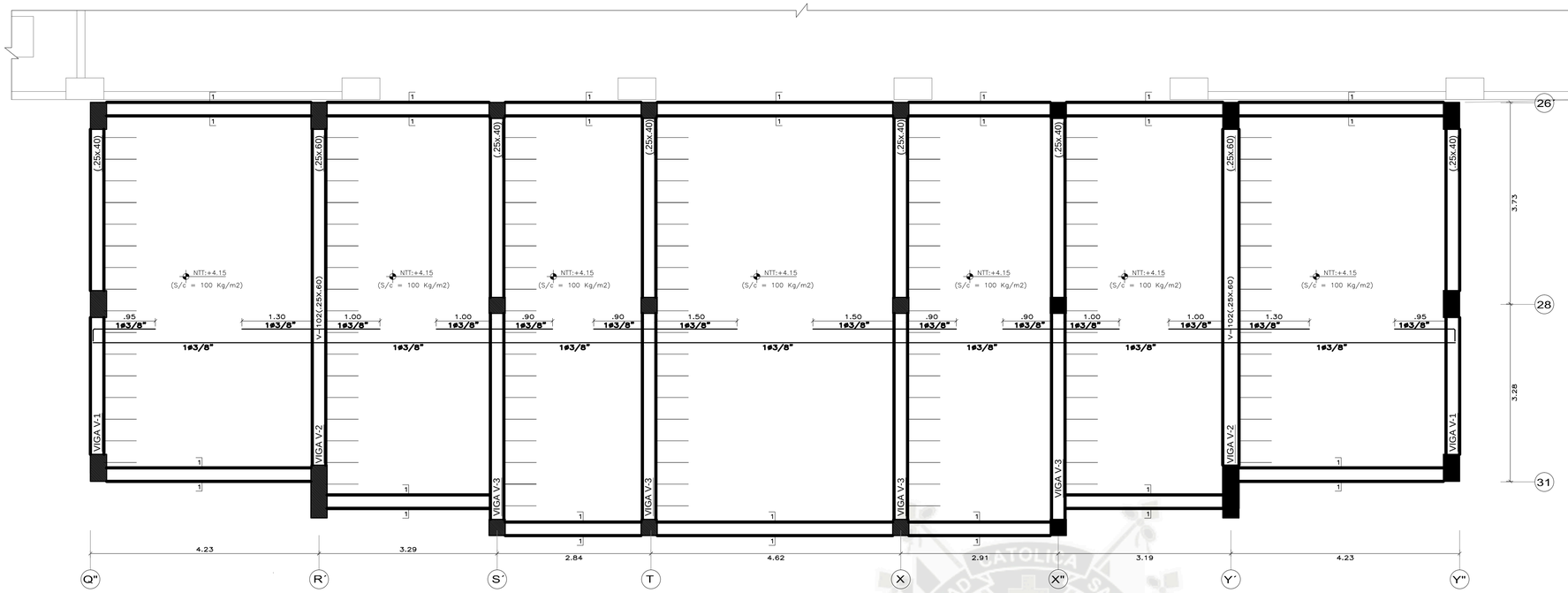
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PISCINA – CISTERNA – ENCOFRADO

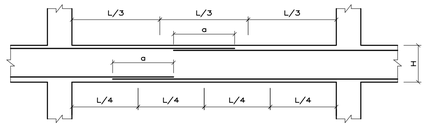
LAMINA: E-21

ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



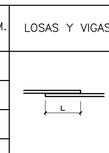
ENCOFRADO PRIMER NIVEL
ESCALA: 1/50



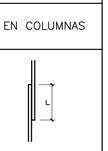
EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

TRASLAPES Y EMPALMES					
Ø	LOSAS, VIGAS (cm)		COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS
	Ref. Inf.	Ref. Sup.			
6 mm	30				
3/8"	40	55	30		
1/2"	40	60	40		
5/8"	50	70	55		
3/4"	65	90	70		
1"	90	130	115		

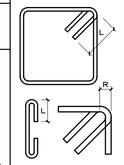


No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo

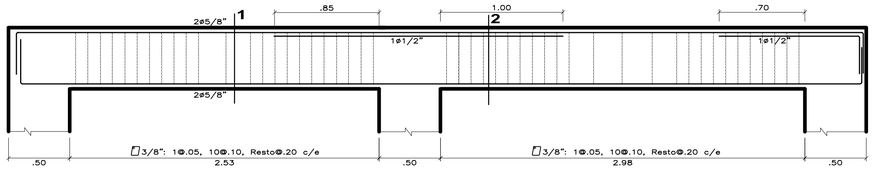


Los empalmes L se ubicaran en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección

ESTRIBOS

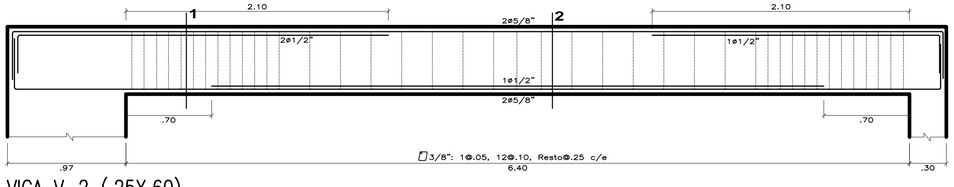


ø	L	Rmin.
6 mm	10cm	1.5cm
3/8"	15cm	2.0cm

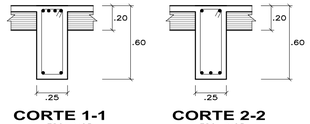


VIGA V-1 (.25X.40)
ESCALA: 1/25

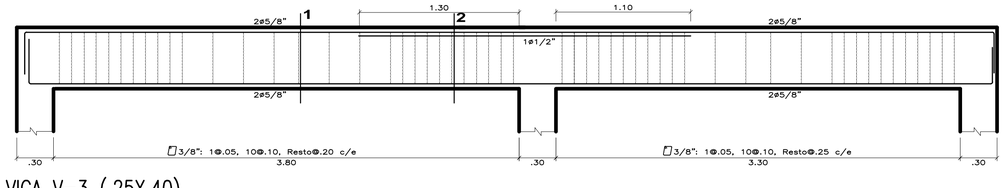
CORTE 1-1 ESC. 1:25 **CORTE 2-2** ESC. 1:25



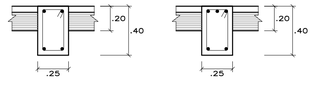
VIGA V-2 (.25X.60)
ESCALA: 1/25



CORTE 1-1 ESC. 1:25 **CORTE 2-2** ESC. 1:25

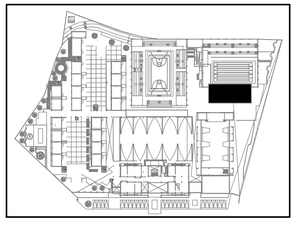


VIGA V-3 (.25X.40)
ESCALA: 1/25



CORTE 1-1 ESC. 1:25 **CORTE 2-2** ESC. 1:25

CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20
(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)
S/E



LOCALIZACION
ESCALA: S/N

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

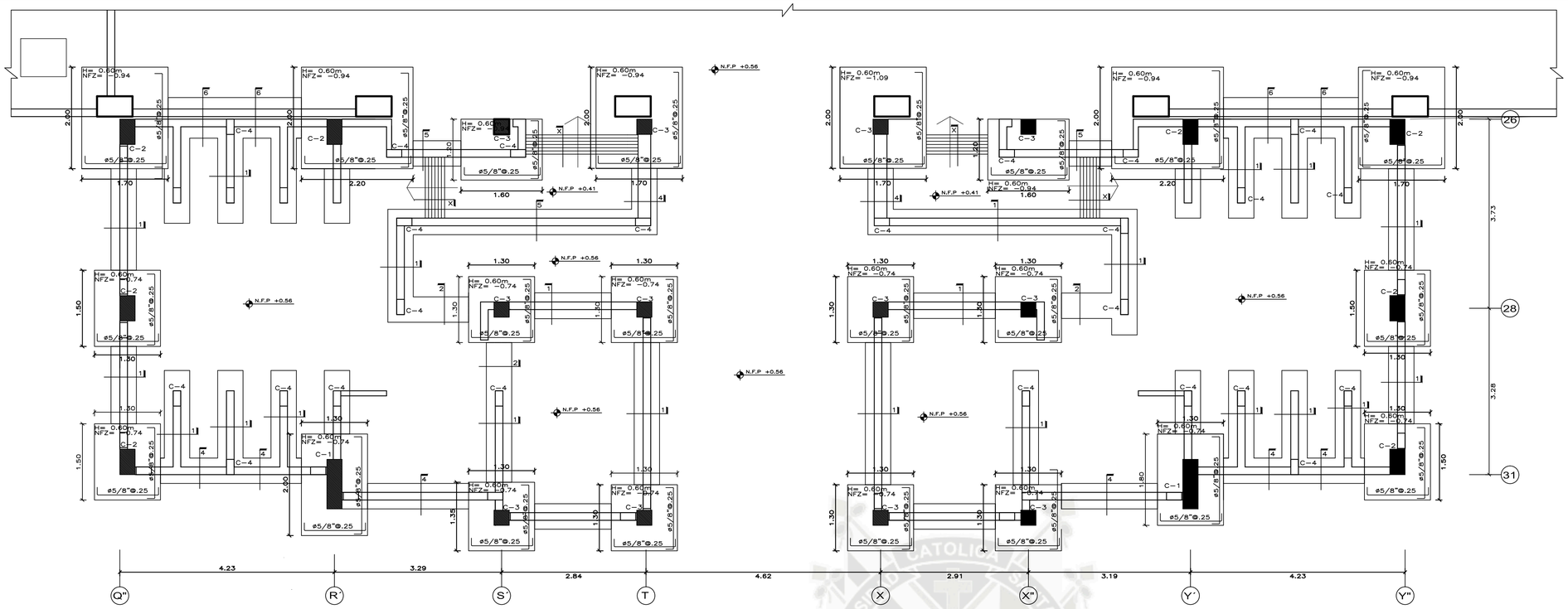
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: VESTIDORES – ENCOFRADO Y VIGAS

LAMINA: E-22

ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



CIMENTACION
ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO ARMADO

–ZAPATAS	f'c=210 kg/cm2
–MURO, PLACAS, COLUMNAS Y VIGAS	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS ALIGERADA	f'c=210 kg/cm2
–LOSAS MACIZA	f'c=210 kg/cm2

CONCRETO SIMPLE

CIMIENTO CORRIDO	f'c = 100 kg/cm2 +30% DE PIEDRA GRANDE (6" MAXIMO)
SOBRECIMIENTO REFORZADO	f'c = 175 kg/cm2 + 25% DE PIEDRA MEDIANA (3" MAXIMO)

ACERO DE REFUERZO

BARRAS CORRUGADAS ASTM A–615 (GRADO 60) — f'y=4200 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

–ZAPATAS		7.0 cm.
–MUROS Y LOSAS EN CONTACTO CON AGUA O TERRENO		4.0 cm.
–COLUMNAS Y VIGAS	ANCHO >=0.25	4.0 cm.
	ANCHO <=0.20	2.0 cm.
–PLACAS		2.5 cm.
–LOSAS		2.0 cm.

ALBAÑILERÍA

–f'm = 65 kg/cm2
–UNIDAD DE ALBAÑILERÍA:
SE USARAN UNIDADES DE ARCILLA SÓLIDA (SIN HUECOS EN EL ÁREA DE ASENTADO QUE EXCEDAN EL 25% DE DICHA ÁREA)

–MORTERO	CEMENTO : ARENA :: 1 : 4
–ESPESOR DE JUNTAS ENTRE HILADAS	MÍNIMO 1 cm. MÁXIMO 1.5 cm.

SOBRECARGAS

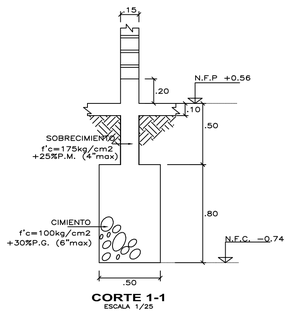
NIVEL GRADERIAS	500 kg/m2
ULTIMO NIVEL (COBERTURA METALICA)	30 kg/m2

CONSIDERACIONES SISMORRESISTENTES

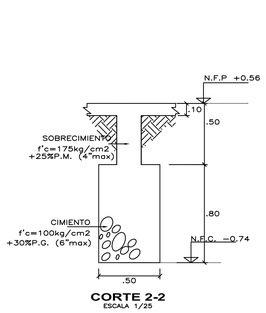
–SISTEMA ESTRUCTURAL:

DIRECCION X–X	PÓRTICOS
DIRECCION Y–Y	PÓRTICOS

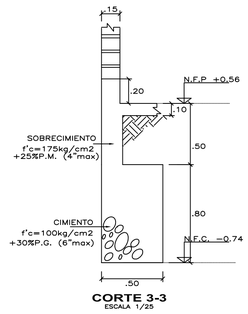
–PARÁMETROS DE FUERZA SISMICA:
Z=0.35 , U=1.5 , S=1.15 , Tp=0.6 seg. , Rx=8, Ry=8



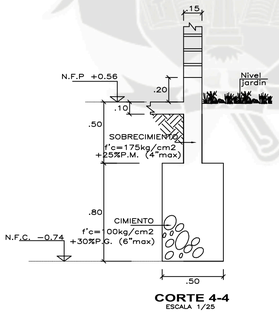
CORTE 1-1
ESCALA 1/25



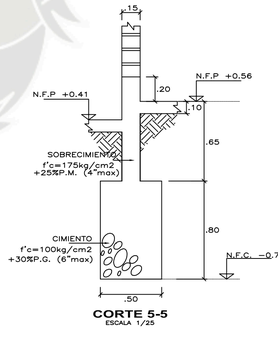
CORTE 2-2
ESCALA 1/25



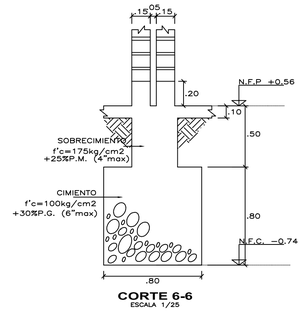
CORTE 3-3
ESCALA 1/25



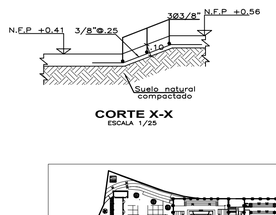
CORTE 4-4
ESCALA 1/25



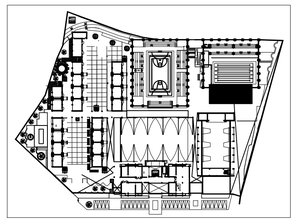
CORTE 5-5
ESCALA 1/25



CORTE 6-6
ESCALA 1/25



CORTE X-X
ESCALA 1/25

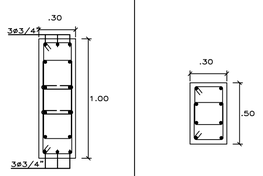


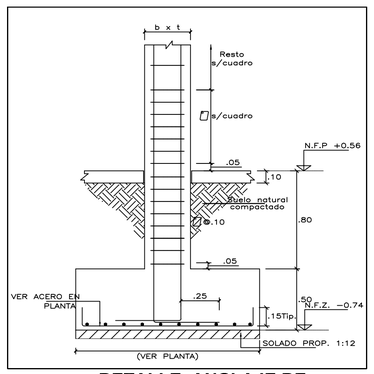
LOCALIZACION
ESCALA: S/N

LEYENDA
- PLACAS
- MUROS PORTANTES
- MUROS TABIQUERIA

ESTUDIO DE SUELOS
σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²
σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²
Profundidad de Desplante:
Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Grava Mal Graduada

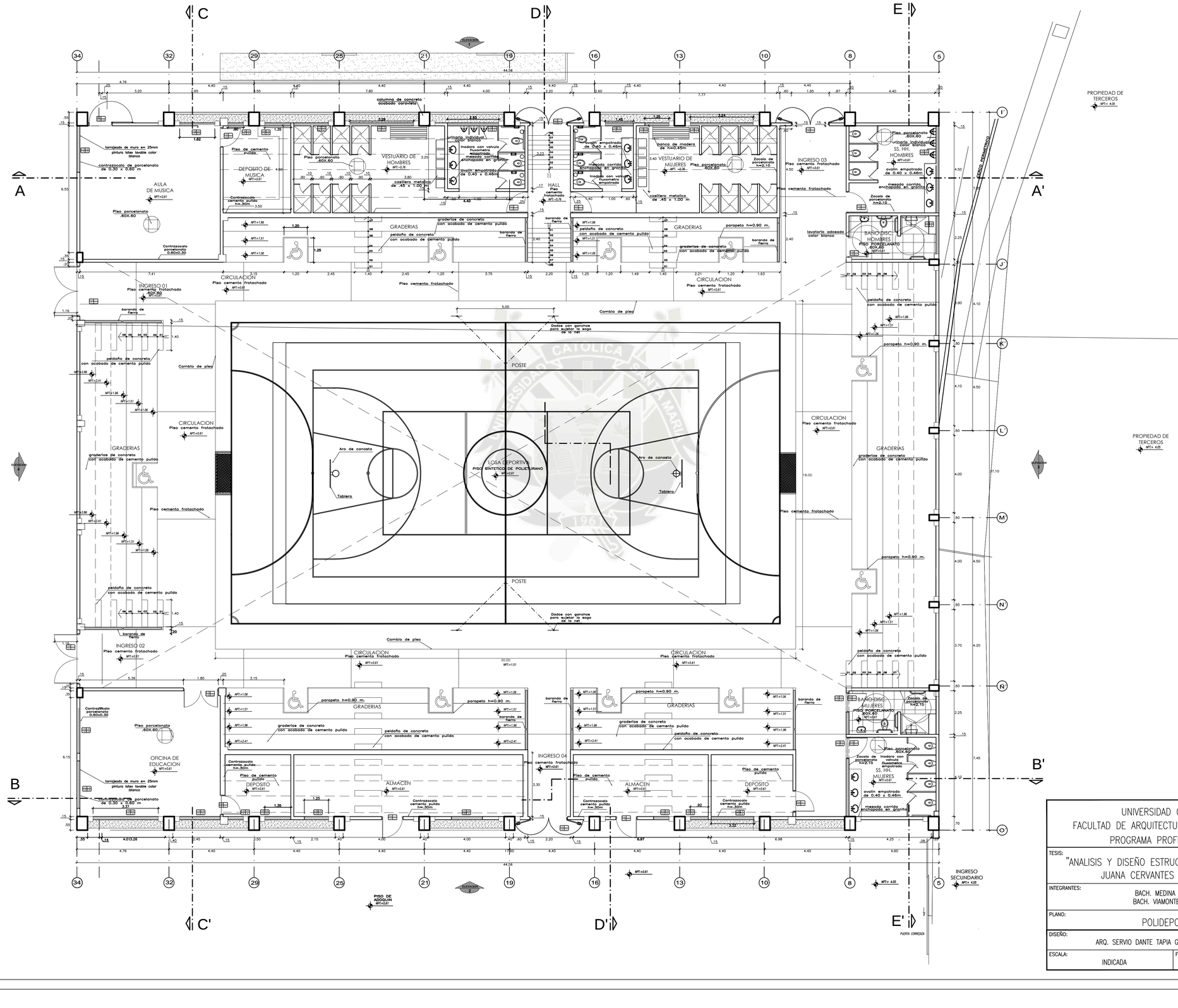
CUADRO DE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4
1° Nivel				
	6ø3/4"+8ø5/8" 3[]+2[] 3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	8ø5/8" 2[] 3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	8ø1/2" 2[] 3/8": 1@.05, 5@.10, R@.20	4ø1/2" [] 1/4": 1@.05, 5@.10, R@.20



DETALLE ANCLAJE DE COLUMNA EN ZAPATA
ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE	
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: VESTIDORES – CIMENTACION Y COLUMNAS	LAMINA: E-23
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

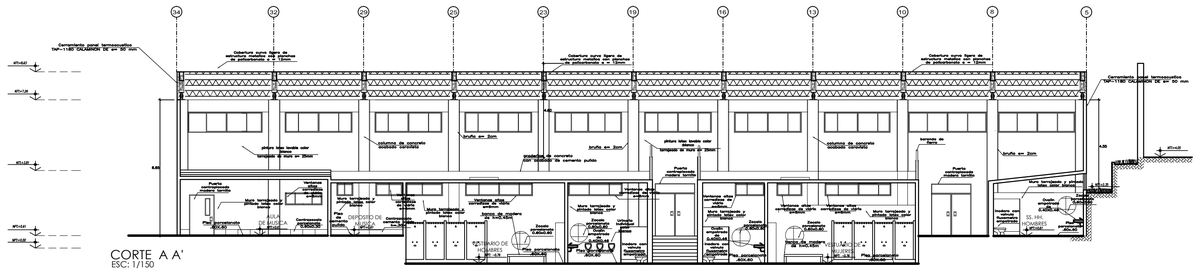
PLANO:
POLIDEPORTIVO – PLANTA 01

DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

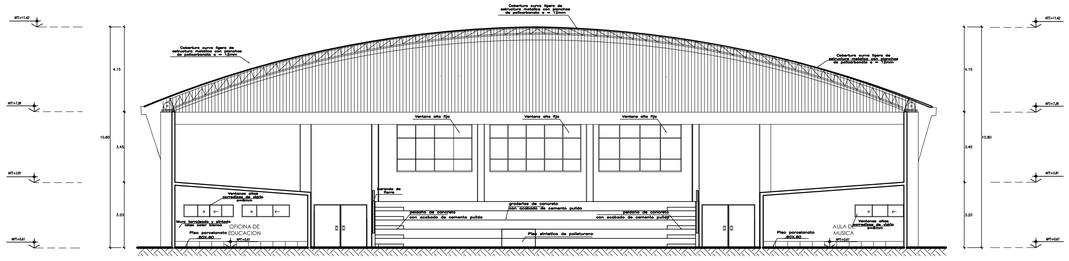
LAMINA:
A–20

ESCALA:
INDICADA

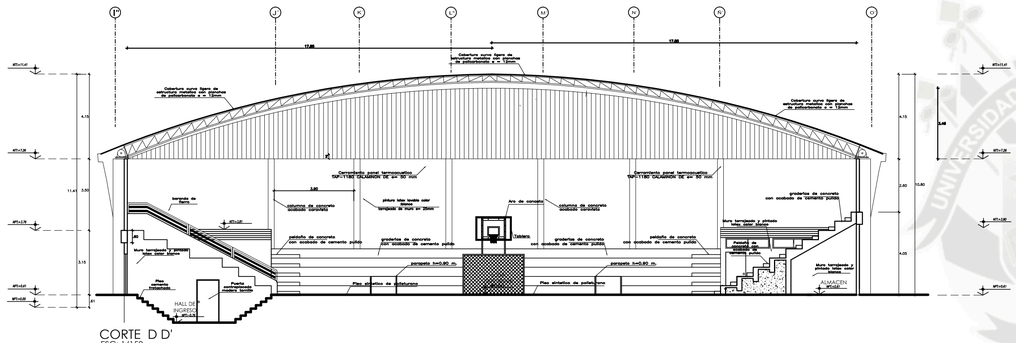
FECHA:
DICIEMBRE 2016



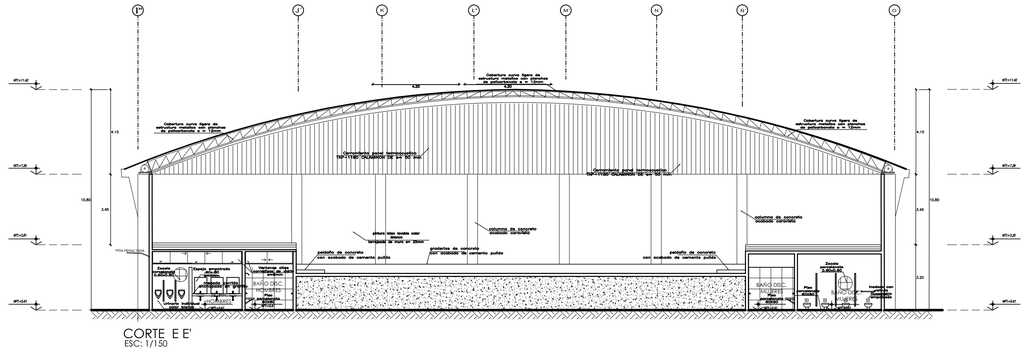
CORTE A A'
ESC: 1/150



CORTE CC'
ESC: 1/150

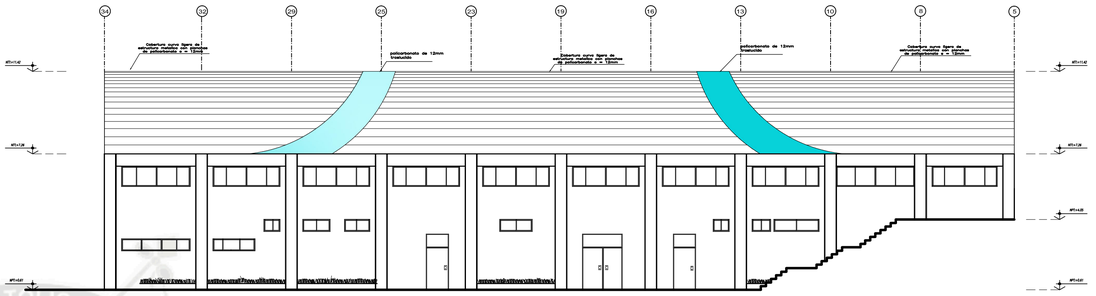


CORTE D D'
ESC: 1/150

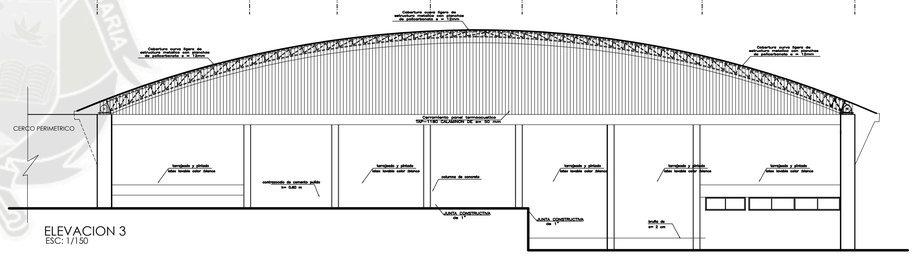


CORTE E E'
ESC: 1/150

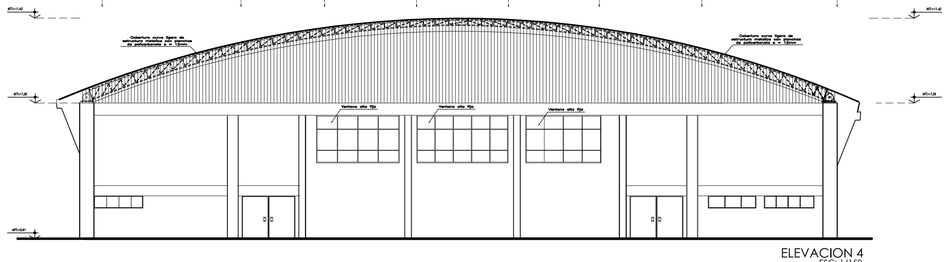
ELEVACION 1
ESC: 1/150



ELEVACION 2
ESC: 1/150



ELEVACION 3
ESC: 1/150



ELEVACION 4
ESC: 1/150

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

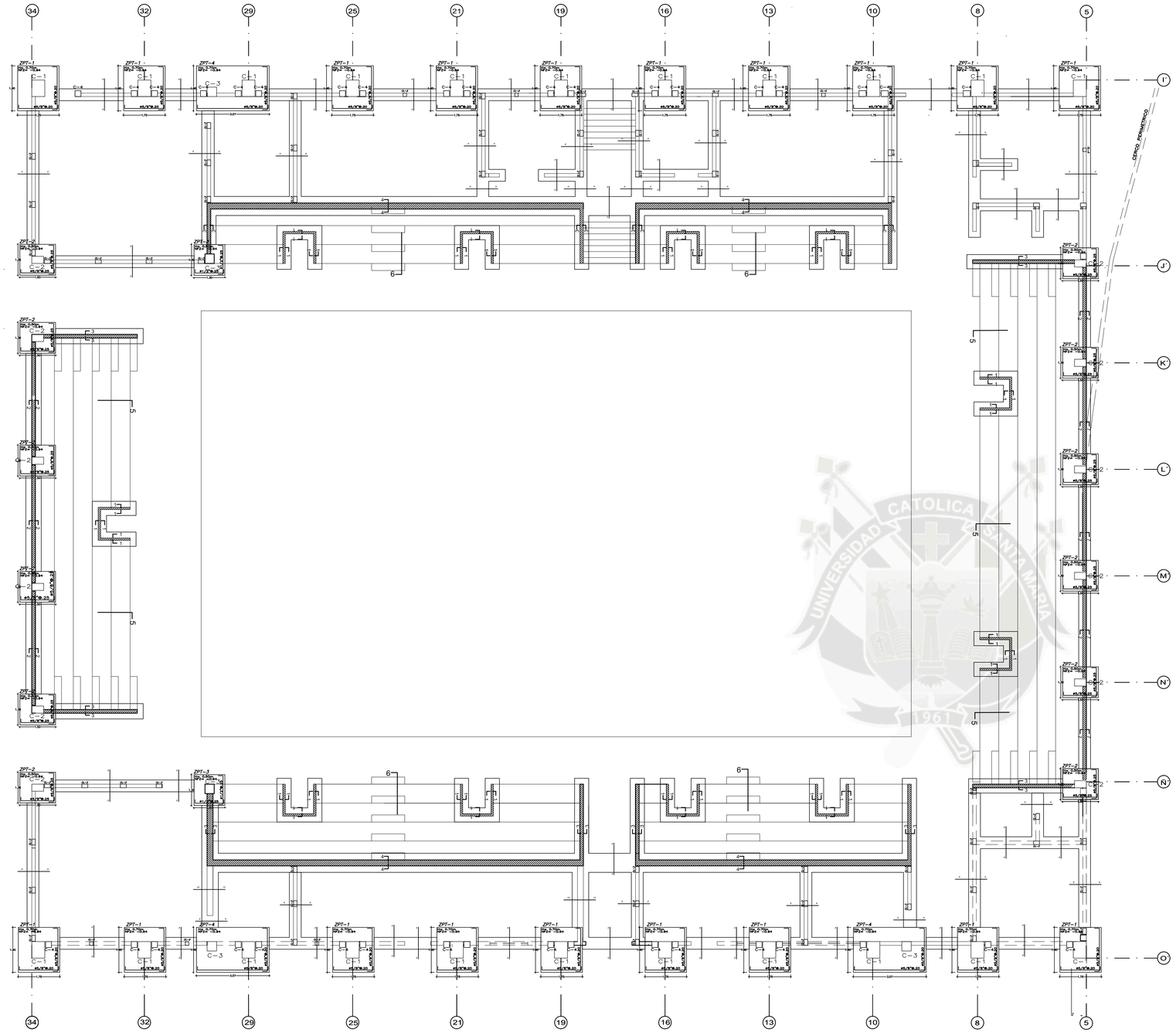
PLANO:
PPOLIDEPORTIVO – CORTES Y ELEVACIONES

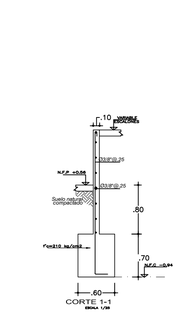
DISEÑO:
ARQ. SERVIO DANTE TAPIA GARCIA CAP. 3875

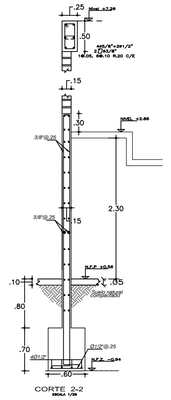
ESCALA:
INDICADA

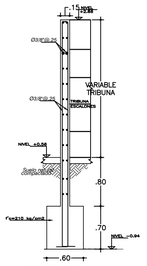
FECHA:
DICIEMBRE 2016

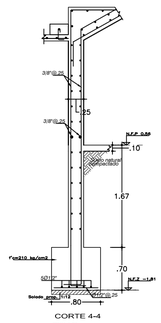
LAMINA:
A–21

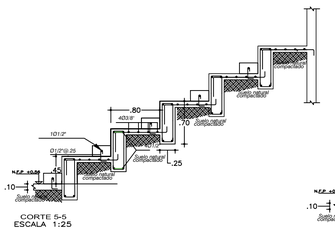


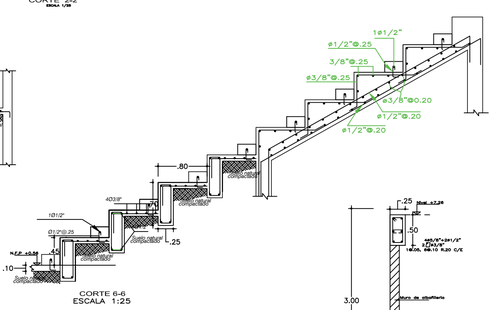


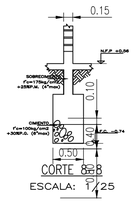


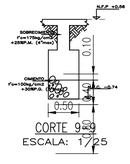


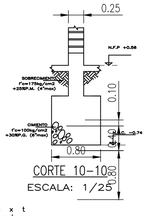


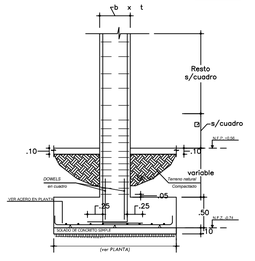


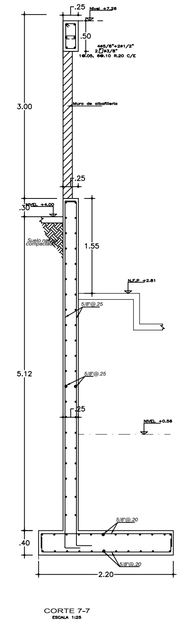












CIMENTACIONES POLIDEPORTIVO
ESC. 1/100

CUADRO DETALLE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	CL-1	CL-2	CL-3
1º	.70 / .55	3Ø3/4" / .30 / .50 / 3Ø3/4"	.30 / .30	.25 / .25	.10	.15 / .15	.25 / .16
	16 Ø 3/4" 3□3/8":1@0.05 , 8@0.10 , R@0.25	6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2□3/8": 1@0.05 , 8@0.10 , R@0.25	8 Ø 5/8" □3/8":1@0.05 , 6@0.10 , R@0.25	8 Ø 5/8" 2 □3/8":1@0.05 , 6@0.10 , R@0.20	2Ø3/8 ⊂⊃Ø1/4"@.15	4Ø8mm Ø1/4"@.15	4Ø1/2 Ø1/4"1@5,5@10,Rto@.15

SISMO X-X

Z=0.35 U=1.50
S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :
Pórticos

C	=2.5
Hn	=10.80 m
Ct	=35
T	=0.11 s
R	=8

SISMO Y-Y

Z=0.35 U=1.50
S=1.15 Tp=0.6s

SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE :
Pórticos

C	=2.5
Hn	=10.80 m
Ct	=35
T	=0.11 s
R	=8

ESTUDIO DE SUELOS

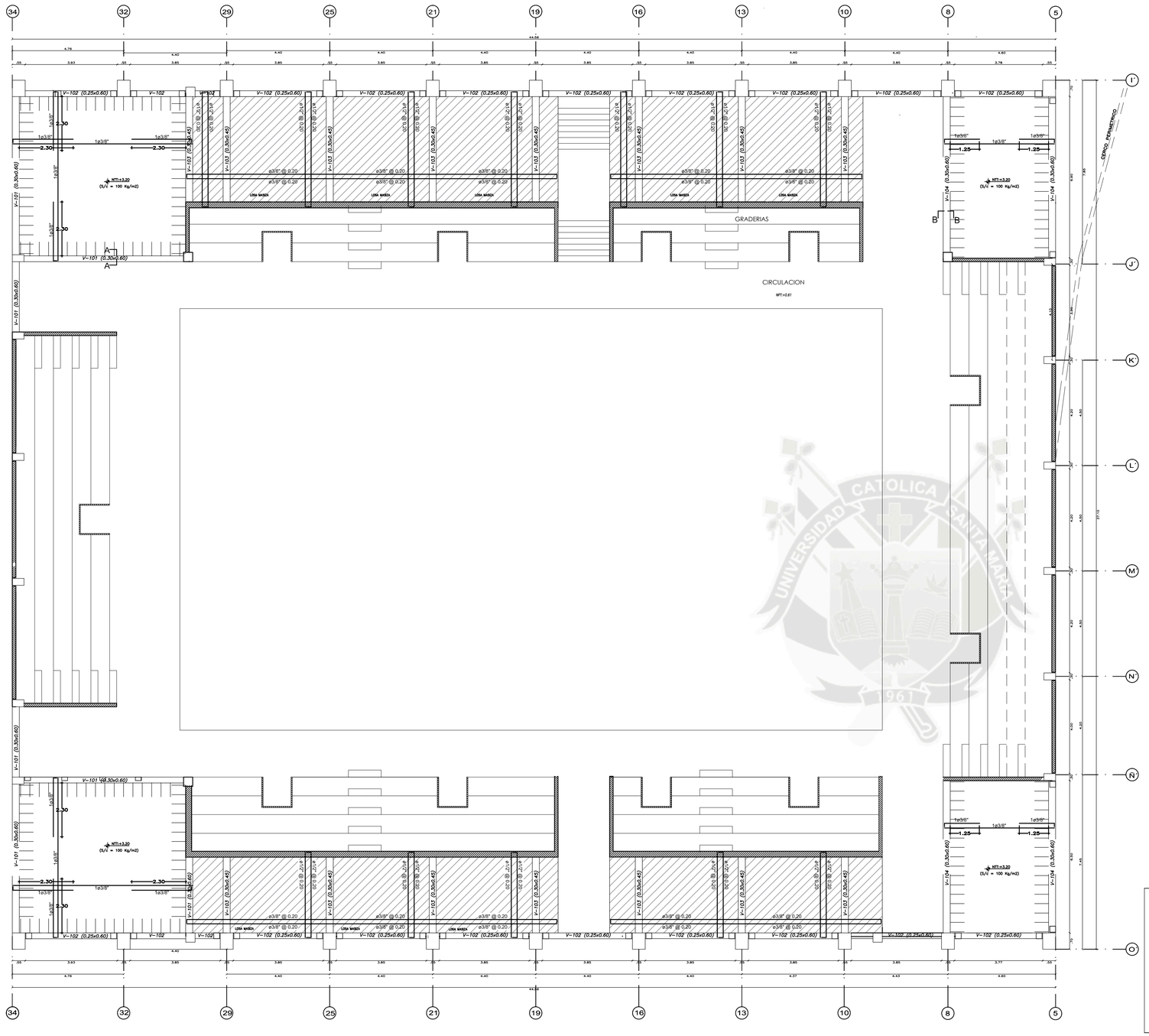
σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²
σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²
Profundidad de Desplante:
Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Grava Mal Graduada

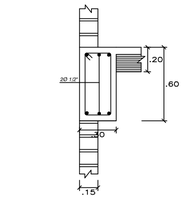
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

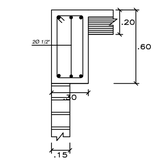
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: POLIDEPORTIVO – CIMENTACIONES
LAMINA: E-27
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2016

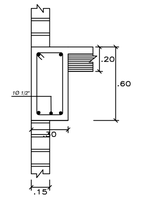




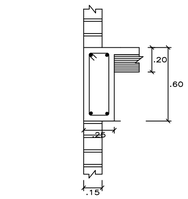
4Ø5/8" + 2Ø1/2"
□Ø3/8" 1@.05, 6@.10 R.25 C/E
v-101 (0.30 x 0.60)
ESC. 1:25



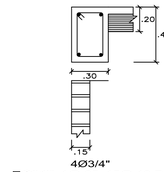
4Ø5/8" + 2Ø1/2"
□Ø3/8" 1@.05, 6@.10 R.25 C/E
CORTE A - A
ESC. 1:25



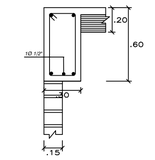
4Ø5/8" + 1Ø1/2"
□Ø3/8" 1@.05, 6@.10 R.25 C/E
v-104 (0.30 x 0.60)
ESC. 1:25



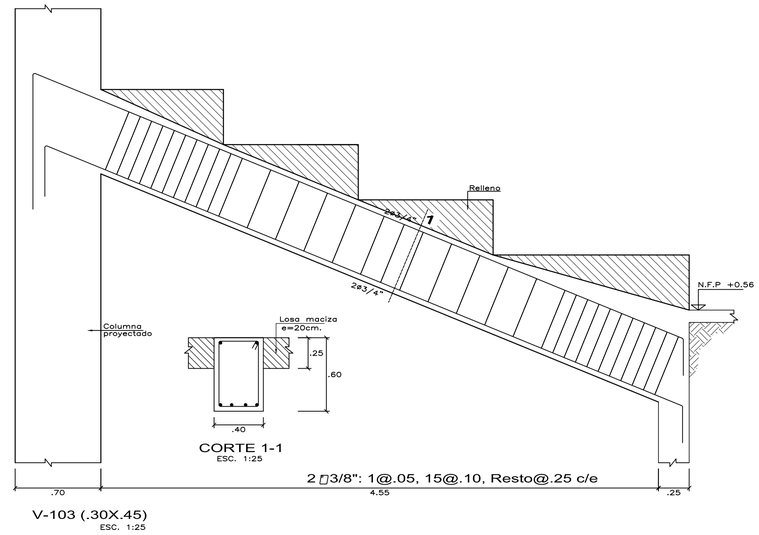
4Ø5/8"
□Ø3/8" 1@.05, 6@.10 R.25 C/E
v-102 (0.25 x 0.60)
ESC. 1:25



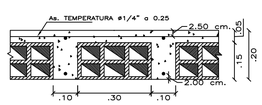
4Ø3/4"
□Ø3/8" 1@.05, 15@.10 R.25 C/E
v-103 (0.30 x 0.45)
ESC. 1:25



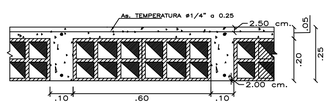
4Ø5/8" + 1Ø1/2"
□Ø3/8" 1@.05, 6@.10 R.25 C/E
CORTE B-B
ESC. 1:25



V-103 (.30X.45)
ESC. 1:25

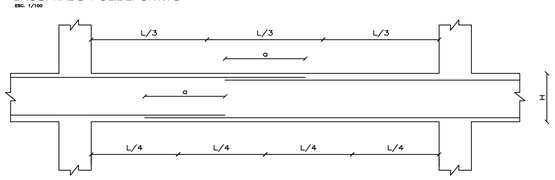


CORTE TIPICO DEL ALIGERADO H=.20
(BLOQUES DE ARCILLA DE .15x.30x.30)
S/E



CORTE TIPICO DEL ALIGERADO 2 SENTIDOS H=.25
(ELEVACION)
S/E

ENCOFRADO POLIDEPORTIVO
ESC. 1/100



EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS y ALIGERADOS

VALORES DE a		
ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.55
1/2"	.40	.60
5/8"	.50	.70
3/4"	.65	.90

TRASLAPES Y EMPALMES						ESTRIBOS		
Ø	LOSAS, VIGAS (cm)		COLUM. (cm)	LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS			
	Ref. Inf.	Ref. Sup.				Ø	L	Rmin.
6 mm	30			No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo	Los empalmes L se ubicaraán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección	6 mm	10cm	1.5cm
3/8"	40	55	30			3/8"	15cm	2.0cm
1/2"	40	60	40					
5/8"	50	70	55					
3/4"	65	90	70					
1"	90	130	115					

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

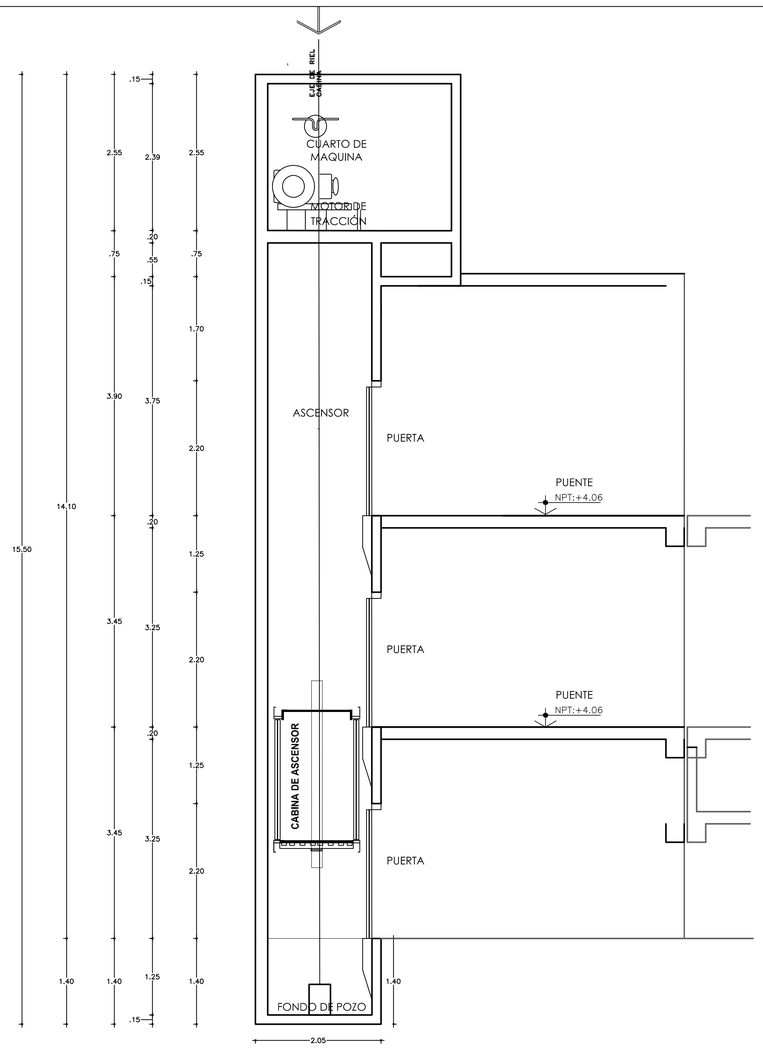
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: POLIDEPORTIVO – ENCOFRADOS Y VIGAS

LAMINA: E-27

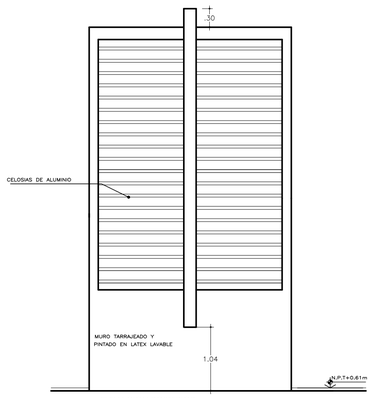
ESCALA: INDICADA

FECHA: DICIEMBRE 2016



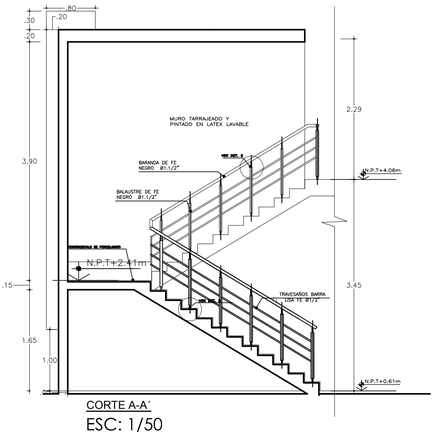
CORTE LONGITUDINAL A-A

ESC: 1/50



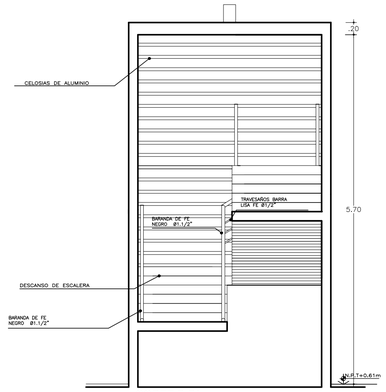
ELEVACION POSTERIOR

ESC: 1/50



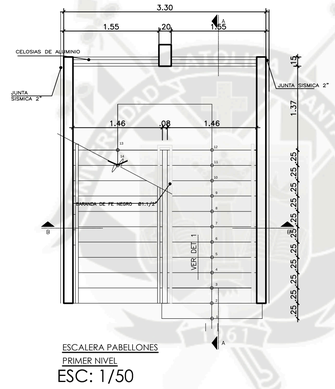
CORTE A-A´

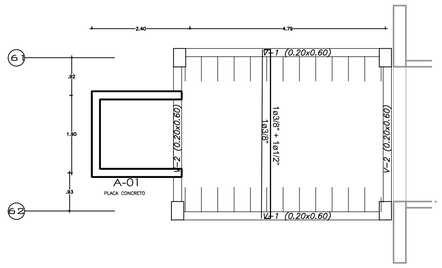
ESC: 1/50



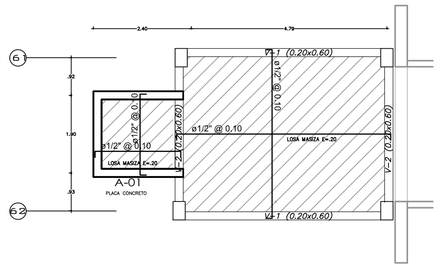
CORTE B-B´

ESC: 1/50

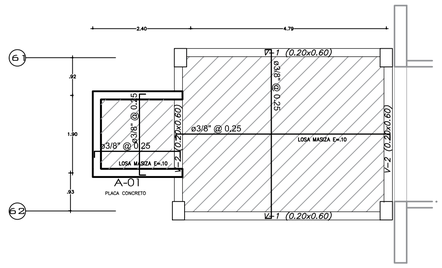

3.30
1.55
.20
1.55
CELOSIAS DE ALUMINIO
JUNTA SISMICA 2"
JUNTA SISMICA 2"
1.46
.08
1.46
1.37
BARANDA DE FE NEGRO Ø1.1/2"
VER DET. 1
.25 .25 .25 .



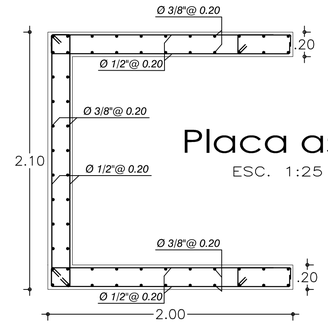
PLANTA NIVEL - 1,2 Y 3
ESC: 1/75



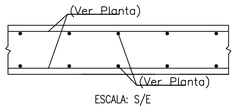
PLANTA NIVEL 4
ESC: 1/75



PLANTA NIVEL 5
ESC: 1/75

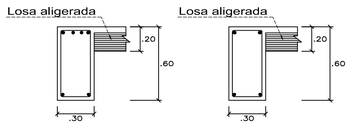


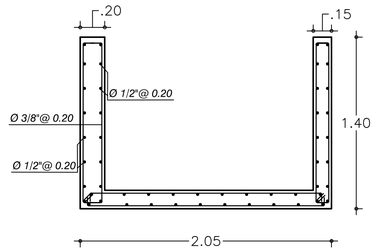
Placa ascensor
ESC. 1:25



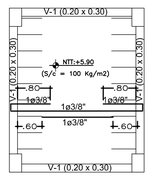
ESCALA: S/E

DETALLE LOSA MACIZA

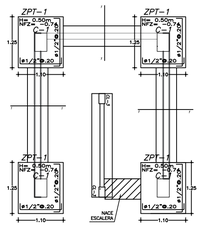




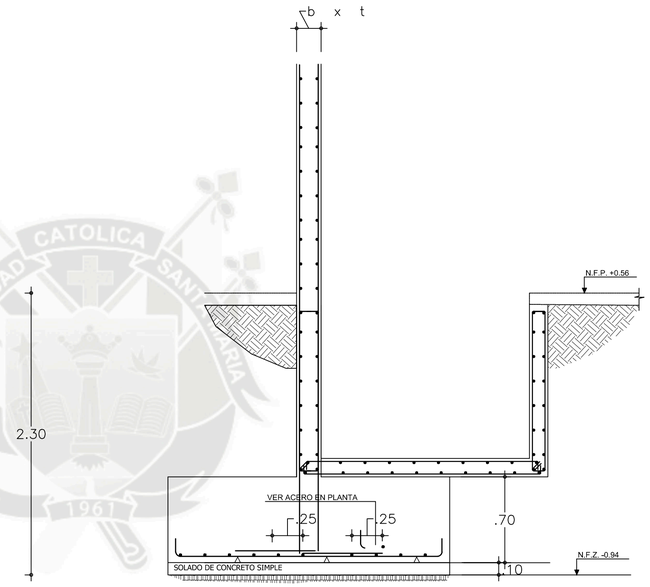
Detalle foso de ascensor
ESC. 1:25



ALIGERADO TECHO ESCALERA
ESC: 1/75



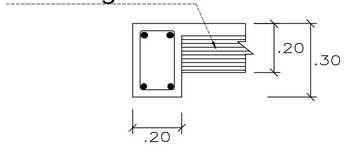
CIMENTACIÓN ESCALERA
ESC: 1/75



DETALLE DE CIMENTACIÓN FOSO DE ASCENSOR
ESC. 1:25

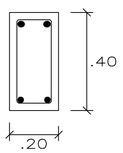
C-1"

10 Ø 5/8"
2 ⍁ 3/8":1@0.05 , 6@0.10 , R@0.20



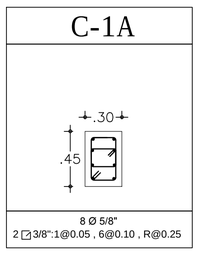
4Ø1/2"

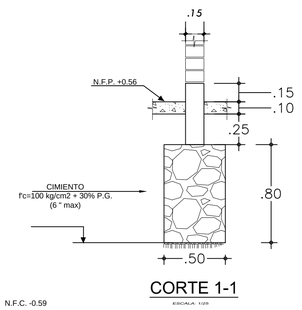
VIGA V-1 (20X30)
ESC. 1:25



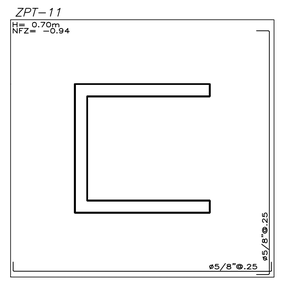
4Ø1/2"

VIGA V-2 (20X40)
ESC. 1:25



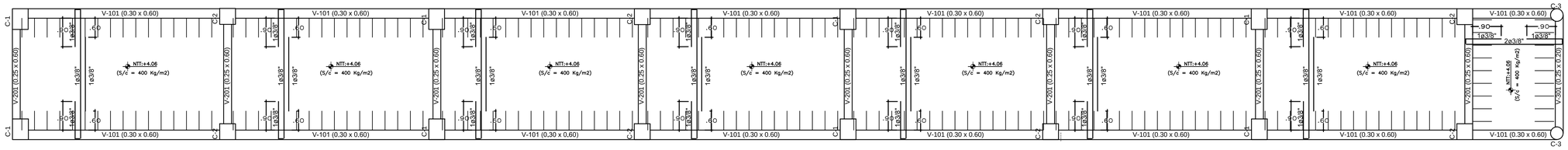


CORTE 1-1
ESCALA: 1/25



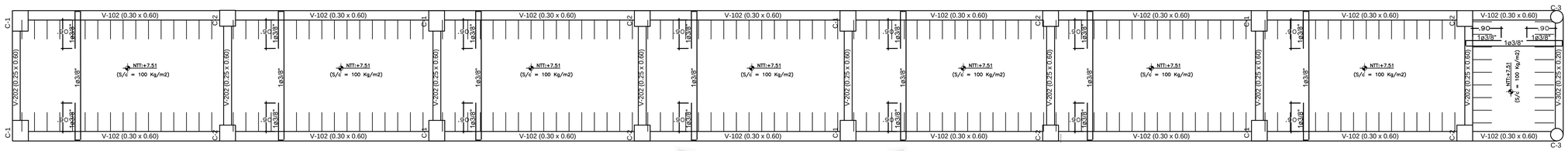
CIMENTACIÓN ASCENSOR 01 Y 02
ESC: 1/50

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"	
INTEGRANTES: BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA	
PLANO: ESCALERAS Y ASCENSORES – ESTRUCTURAS	LAMINA: E-28
ESCALA: INDICADA	FECHA: DICIEMBRE 2016



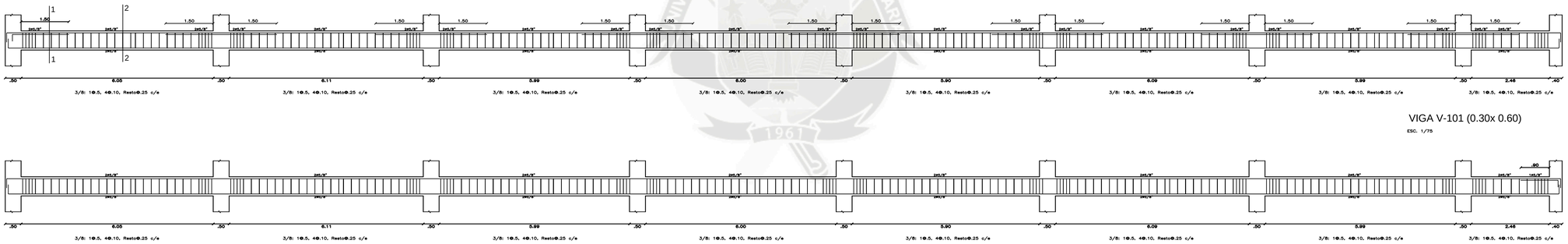
ENCOFRADO Y VIGAS PUENTE DE INTERCONEXIÓN DE PABELLONES NIVEL 01

ESC. 1/75



ENCOFRADO Y VIGAS PUENTE DE INTERCONEXIÓN DE PABELLONES NIVEL 02

ESC. 1/75

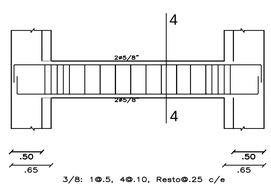


VIGA V-101 (0.30x 0.60)

ESC. 1/75

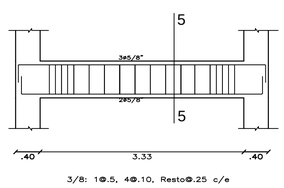
VIGA V-102 (0.30x 0.60)

ESC. 1/75



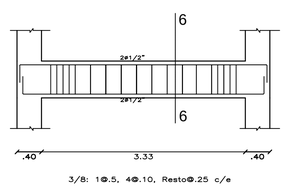
VIGA V-202 (0.25x 0.60)

ESC. 1/25

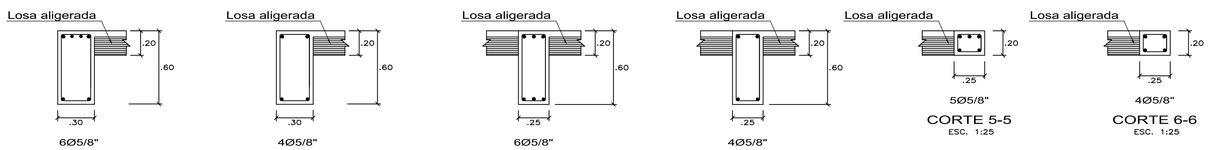


VIGA V-301 (0.25x 0.20)

ESC. 1/25



VIGA V-301 (0.25x 0.20)



ESC. 1/75

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
"ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

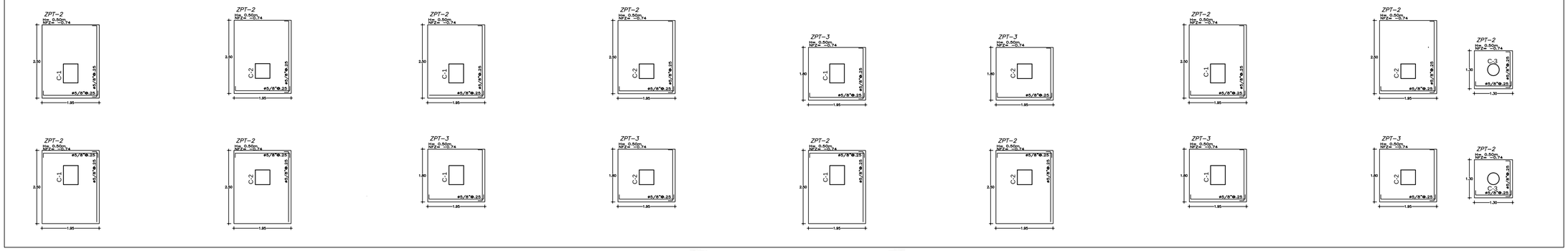
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

PLANO: PUENTE DE INTERCONEXIÓN DE PABELLONES – VIGAS

LAMINA: E-29

ESCALA: INDICADA

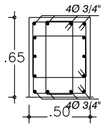
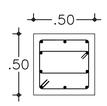
FECHA: DICIEMBRE 2016

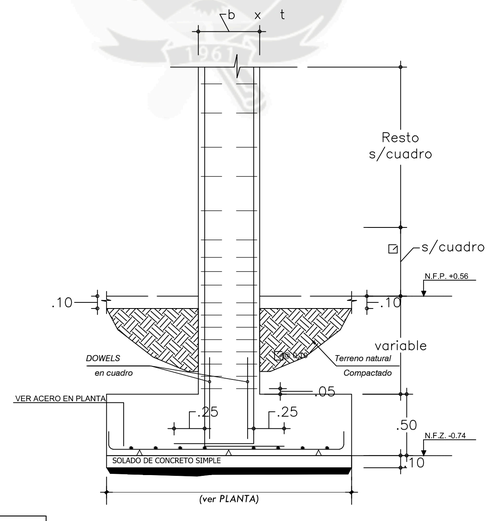


CIMENTACIÓN PUENTE DE IINTERCONEXCIÓN DE PABELLONES

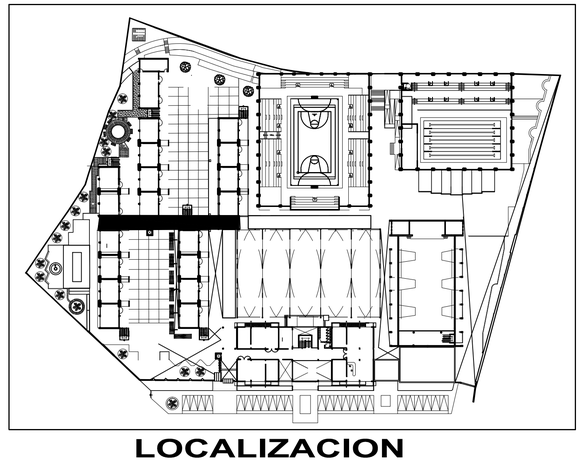
ESC. 1/75

CUADRO DETALLE COLUMNAS

NIVEL	C-1	C-2	C-3
1º			
	8 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8" 2 □3/8":1@0.05 , 5@0.10 , R@0.25	6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □3/8":1@0.05 , 5@0.10 , R@0.20	8 Ø 5/8" □3/8": 1@0.05 , 5@0.10 , R@0.20



DETALLE ZAPATA



LOCALIZACION

ESC. S/N

ESTUDIO DE SUELOS

σt(Z. Aisladas) = 2.99 kg/cm²
σt(C. Corridos) = 2.99 kg/cm²
Profundidad de Desplante:
Dfmin (Zapatas) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Dfmin (C. Corridos) = 1.00 m (Medido desde el N.P.T. del Primer Piso).
Grava Mal Graduada

SISMO X-X

Z=0.35 U=1.50
S=1.15 Tp=0.6s
SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE : Pórticos

C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=35
T	=0.21 s
R	=8

SISMO Y-Y

Z=0.35 U=1.50
S=1.15 Tp=0.6s
SISTEMA ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE : Pórticos

C	=2.5
Hn	=6.95 m
Ct	=60
T	=0.21 s
R	=8

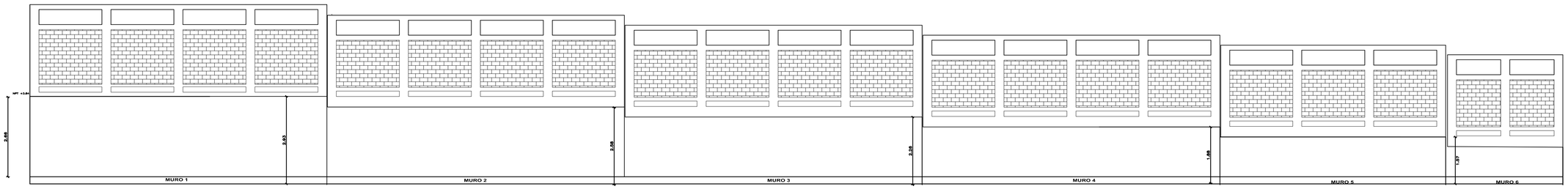
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

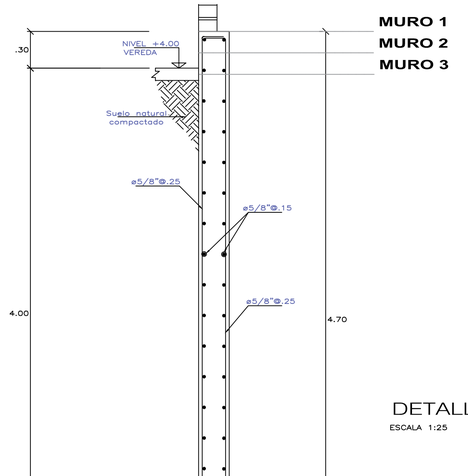
INTEGRANTES:
BACH. MEDINA MANSILLA, JULISSA KATHERINE
BACH. VIAMONTE ALVAREZ, GABRIELA SALINOVA

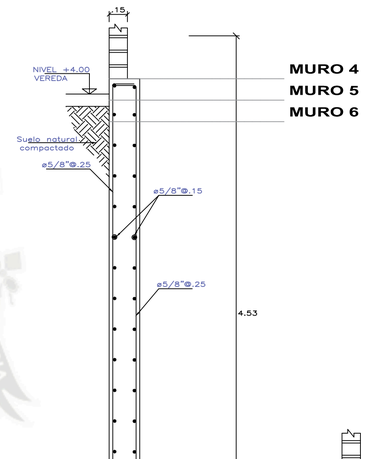
PLANO: PUENTE DE INTERCONEXIÓN DE PABELLONES – CIMENTACIÓN
LAMINA: E-30
ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2016

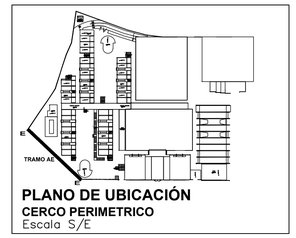
PLANTA MURO PERIMETRICO TRAMO EA
ESC. 1/75



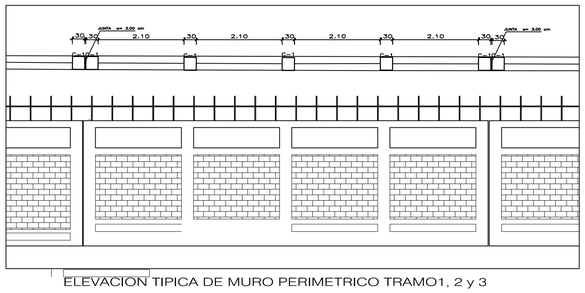
ELEVACION MURO PERIMETRICO TRAMO EA





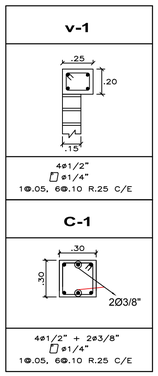


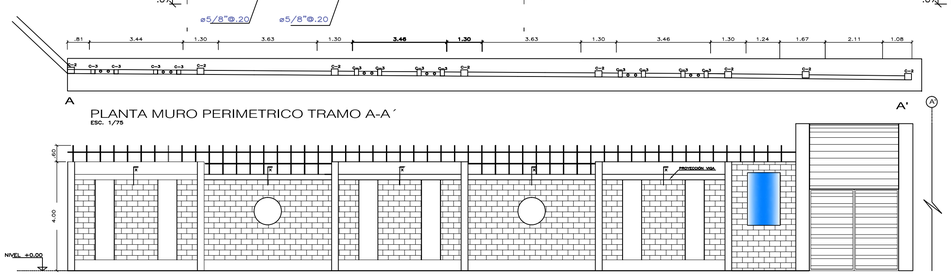
PLANO DE UBICACIÓN
CERCO PERIMETRICO
Escala S/E



ELEVACION TIPICA DE MURO PERIMETRICO TRAMO1, 2 y 3

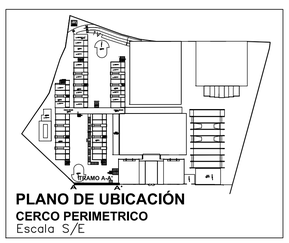
DETALLE MUROS DE CONTEÇIÓN
ESCALA 1:25



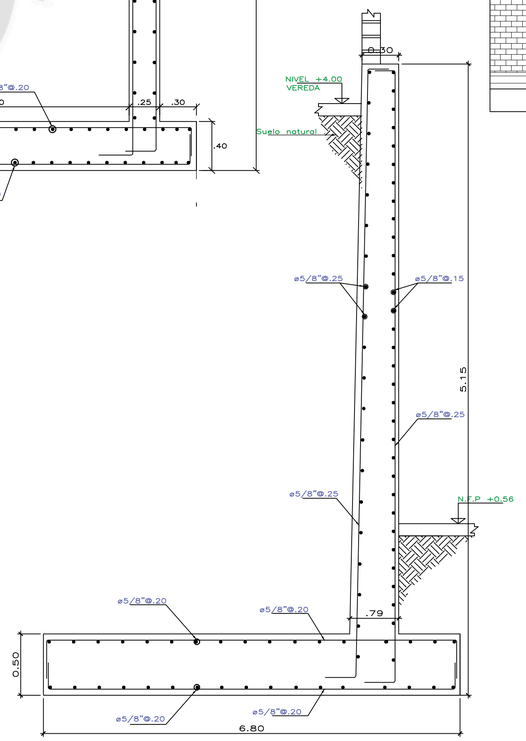


PLANTA MURO PERIMETRICO TRAMO A-A´
ESC. 1/75

ELEVACION MURO PERIMETRICO TRAMO A-A´
ESC. 1/75

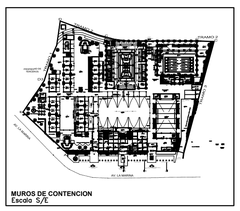


PLANO DE UBICACIÓN
CERCO PERIMETRICO
Escala S/E



MURO DE CONTENCIÓN TIPICO - TRAMO1, 2 y 3
ESCALA 1:25

C-2	C-3
.15 .15	.10
4ø1/2" ø1/4" 1@.05, 6@.10 R.25 C/E	2ø1/2" ø1/4" @15 C/E



PLANO DE UBICACIÓN

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA INSTITUCION EDUCATIVA JUANA CERVANTES DE BOLOGNESI – AREQUIPA"

INTEGRANTES: BACH. GABRIELA SALINOVA VIAMONTE ALVAREZ
BACH. JULISSA KATHERINE MEDINA MANSILLA

PLANO: CERCO PERIMÉTRICO Y MUROS DE CONTENCIÓN
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE 2016
LAMINA: PC-1