

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



“Evaluación y Diseño de Reforzamiento Estructural de Cimentaciones
en el Proyecto Creación del Servicio de Educación Superior de la
Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, Provincia de
Tayacaja – 2021”

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Bram Luigui Espinoza Santisteban

REVISOR

Manuel Ismael Laurencio Luna

Tarma, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	BRAM LUIGUI
Apellidos	ESPINOZA SANTISTEBAN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	72036138
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

Nombres	MANUEL ISMAEL
Apellidos	LAURENCIO LUNA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	42362708
Número de Orcid (obligatorio)	0000-0002-5992-0202

Datos del Jurado**Datos del presidente del jurado**

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del segundo miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos del tercer miembro

Nombres	
Apellidos	
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	

Datos de la obra

Materia*	Evaluación Estructural, Reforzamiento Estructural, Análisis Estructural, Diseño Estructural.
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

*Ingresar las palabras clave o términos del lenguaje natural (no controladas por un vocabulario o tesoro).

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 008-2023-UCSS-FI/TPICIV

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Los Olivos, 25 de mayo de 2023

Siendo el día martes 23 de mayo de 2023, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

“Evaluación y Diseño de Reforzamiento Estructural de Cimentaciones en el Proyecto Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la Unat, Provincia de Tayacaja – 2021”

Presentado por el bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Filial Tarma:

ESPINOZA SANTISTEBAN, BRAM LUIGUI

Ante la comisión evaluadora de especialistas conformado por:

Ing. LABAN VARGAS, JOSE LUIS

Ing. CANTA HONORES, JORGE LUIS

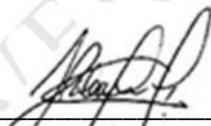
Luego de haber realizado las evaluaciones y calificaciones correspondientes la comisión lo declara:

APROBADO

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller ESPINOZA SANTISTEBAN, BRAM LUIGUI el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,


LABAN VARGAS, JOSE LUIS
Evaluador especialista 1


CANTA HONORES, JORGE LUIS
Evaluador especialista 2

Anexo 2**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR(A) DE TESIS / INFORME ACADÉMICO/ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN/ TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CON INFORME DE EVALUACIÓN DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**

Los Olivos, 14 de agosto de 2023

Señor

Marco Antonio Coral Ygnacio

Presidente de la Comisión Ejecutora del Programa de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, bajo mi asesoría, con título: **“Evaluación y Diseño de Reforzamiento Estructural de Cimentaciones en el Proyecto Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, Provincia de Tayacaja - 2021”**, presentado por ESPINOZA SANTISTEBAN, BRAM LUIGUI con código 2012100052 y DNI 72036138 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 5%**. * Por tanto, en mi condición de asesor, firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Manuel Ismael Laurencio Luna', is positioned above a horizontal line.

Manuel Ismael Laurencio Luna

Docente Revisor

DNI N° 42362708

ORCID: 0000-0002-5992-0202

Facultad de Ingeniería - UCSS

* De conformidad con el artículo 8°, del Capítulo 3 del Reglamento de Control Antiplagio e Integridad Académica para trabajos para optar grados y títulos, aplicación del software antiplagio en la UCSS, se establece lo siguiente:

Artículo 8°. Criterios de evaluación de originalidad de los trabajos y aplicación de filtros

El porcentaje de similitud aceptado en el informe del software antiplagio para trabajos para optar grados académicos y títulos profesionales, será máximo de veinte por ciento (20%) de su contenido, siempre y cuando no implique copia o indicio de copia.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar y elaborar un diseño de reforzamiento estructural del proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT”. Para ello se realizó una evaluación en la cimentación del proyecto, siendo esta una investigación no experimental, porque se empleó el cálculo estructural del expediente técnico. Se determinó el desempeño estructural de todas las cimentaciones frente a un sismo. Los principales resultados que se determinaron fue que, deberán tener como principal criterio para la evaluación en una edificación es que deberá soportar un sismo para poder preservar a las personas que evitan las edificaciones. Con respecto al reforzamiento y diseño se deberá realizar todas las verificaciones para una mejor determinación del diseño y refuerzo estructural. Por lo tanto, la evaluación proporcionó que, se necesita un refuerzo en la malla superior de todas las cimentaciones de los diferentes bloques. Se conoce que se necesita para los momentos negativos y positivos. El reforzamiento y diseño indica que se implementara una sobre losa de concreto de 0.15m con la disposición de la malla y los conectores de corte en los pórticos principales.

Palabras clave: Evaluación Estructural, Reforzamiento Estructural, Análisis Estructural, Diseño Estructural.

ABSTRACT

The main thing in this work is to evaluate and elaborate a structural reinforcement design of the project "creation of the higher education service of the professional school of nursing of the UNAT". For this, an evaluation was carried out on the foundation of the project, this being a non-experimental investigation, since the structural calculation of the technical file was used, for which the structural performance of all the foundations against an earthquake was determined. Consequently, the results that were determined is that they must have as the main criterion for the evaluation, that a building must withstand an earthquake in order to preserve the people who avoid the buildings; Regarding the reinforcement and design, all verifications must be carried out for a better determination of the design and structural reinforcement. Therefore, the evaluation indicated that a reinforcement is needed in the upper mesh of all the foundations of the different blocks, since it is known that it is needed for the negative and positive moments; The reinforcement and design indicate that a 0.15m concrete slab will be implemented with the layout of the mesh already indicated and the cutting connectors in the main porticos.

Keywords: Structural Evaluation, Structural Reinforcement, Structural Analysis, Structural Design.

ÍNDICE

Resumen	I
Abstract	II
Índice	III
Índice de Tablas	V
Índice de Figuras	VI
Introducción	12
Trayectoria del Autor	14
Descripción de La Empresa.....	14
Organigrama de La Empresa.....	15
Experiencia Profesional Realizada en La Organización	16
Problemática.....	18
Planteamiento del Problema.....	18
Determinación del Problema.....	19
<i>Problema Principal</i>	20
<i>Problemas Secundarios</i>	20
Objetivo General	21
Objetivos Específicos.....	21
Justificación.....	22
Alcances y Limitaciones	22
Marco Teórico	25
Antecedentes Bibliográficos	25
Bases Teóricas.....	30
Definición de Términos Básicos	33
Propuesta de Solución	35
Metodología de La Solución	35
<i>Nombre del Proyecto:</i>	35
<i>Ubicación Geográfica y Política:</i>	35
<i>Descripción Técnica del Proyecto</i>	36
<i>Normas Aplicadas en el Proyecto</i>	37
<i>Criterios de Diseño del Proyecto</i>	38
<i>Proyecto de Solución</i>	39
Desarrollo de la Solución	39
<i>Descripción del Proyecto</i>	39
	III

Desarrollo de la Solución	43
<i>Evaluación de los Cálculos Estructurales de la Cimentación del Proyecto.</i>	43
<i>Diseño de Cimentaciones y Refuerzo Estructural Para Plateas de Cimentación Del Proyecto.</i>	47
Factibilidad Técnica - Operativa	50
<i>Factibilidad Técnica</i>	50
<i>Factibilidad Operativa</i>	51
<i>Equipos y Softwares Necesarios para el Diseño y Reforzamiento de a Cimentación</i>	51
<i>Factibilidad Económica</i>	52
Análisis De Resultados.....	53
Análisis Costos – Beneficio	58
Aportes Más Destacables A La Empresa	59
Conclusiones	61
Recomendaciones.....	65
Referencias	66
Anexos.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Participación de Masa</i>	46
Tabla 2	<i>Tecnología Constructiva de las Edificaciones</i>	69
Tabla 3	<i>Cargas Según Tipo de Edificación</i>	71
Tabla 4	<i>Inversión Fija (en soles)</i>	73
Tabla 5	<i>Capital de Trabajo por Mes (en soles)</i>	73
Tabla 6	<i>Inversión Total (en soles)</i>	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama	15
Figura 2	Ubicación Geográfica del Proyecto.....	36
Figura 3	Respuesta al análisis modal, formas de vibración natural de la estructura.....	45
Figura 4	Áreas Planteadas.....	74
Figura 5	Distribución de Acero de Refuerzo Estructural de la Platea de Cimentación.....	75
Figura 6	Metrado de Losa de Cimentación.....	75
Figura 7	Primera, segunda y tercera losa aligerada (Techos 1º, 2º y 3º Piso) de la estructura Bloque 02 Aulas-Aula de Laboratorio.....	75
Figura 8	Elevación de la estructura Bloque 02 Aulas-Aula de Laboratorio.....	77
Figura 9	Vistas de la Edificación.....	77
Figura 10	Cuadro de Espectro de Diseño Sísmico.....	78
Figura 11	Esfuerzo Admisible versus Módulo de Balasto.....	78
Figura 12	Software de Cálculo Estructural, Dimensiones de Losa de Cimentación Utilizadas para verificación (m).....	79
Figura 13	Software de Cálculo Estructural, Verificación de Losa de Cimentación por Punzonamiento.....	79
Figura 14	Software de Cálculo Estructural, Esfuerzos Admisibles en el terreno (kg/cm ²)..	80
Figura 15	Software de Cálculo Estructural, Momentos Actuantes Combinación Envolvente (kg/m).....	80
Figura 16	Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).....	81
Figura 17	Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).....	81
Figura 18	Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).....	82
Figura 19	Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).....	82
Figura 20	Resumen de Estudio de Mecánica de Suelos.....	83
Figura 21	Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 01 – Escalera.....	83
Figura 22	Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 01 - Escaleras.....	84
Figura 23	Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm ²) -Bloque 01 - Escaleras.....	84
Figura 24	Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).....	85

Figura 25	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	87
Figura 26	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	85
Figura 27	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	86
Figura 28	<i>Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 02 – Laboratorio.</i>	86
Figura 29	<i>Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 02 - Laboratorio.</i>	87
Figura 30	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 02 - Laboratorio.</i>	88
Figura 31	<i>Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	88
Figura 32	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	89
Figura 33	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	89
Figura 34	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	90
Figura 35	<i>Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 03 – Aulas – Escalera – SS.HH.</i>	90
Figura 36	<i>Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 03 – Aulas – Escalera – SS.HH.</i>	91
Figura 37	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 03 – Aulas – Escalera – SS.HH.</i>	91
Figura 38	<i>Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	92
Figura 39	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	92
Figura 40	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	93
Figura 41	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	93
Figura 42	<i>Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 04 – Auditorio.</i>	94
Figura 43	<i>Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 04- Auditorio.</i>	94
Figura 44	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) - Bloque 04 – Auditorio.</i>	95
Figura 45	<i>Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	95

Figura 46	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	96
Figura 47	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	96
Figura 48	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	97
Figura 49	<i>Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 05 – Ascensor.</i>	97
Figura 50	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) - Bloque 05 – Ascensor.</i>	98
Figura 51	<i>Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	98
Figura 52	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	99
Figura 53	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	99
Figura 54	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	100
Figura 55	<i>Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 01 – Administración.</i>	100
Figura 56	<i>Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 01 - Administración.</i>	101
Figura 57	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 01 - Administración.</i>	101
Figura 58	<i>Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	102
Figura 59	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	102
Figura 60	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	103
Figura 61	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	103
Figura 62	<i>Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 02 – Administración.</i>	104
Figura 63	<i>Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 02 – Administración.</i>	104
Figura 64	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) - Bloque 02 – Administración.</i>	105
Figura 65	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).</i>	105
Figura 66	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).</i>	106

Figura 67	<i>Dimensiones de Zapata Combinada Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 01 – Puente Peatonal.....</i>	<i>106</i>
Figura 68	<i>Verificación de Zapata Combinada por Punzonamiento – Bloque 01 – Puente Peatonal.....</i>	<i>107</i>
Figura 69	<i>Esfuerzos Admisibles en el terreno en Zapata Combinada (kg/cm²) -Bloque 01 – Puente Peatonal.....</i>	<i>107</i>
Figura 70	<i>Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).....</i>	<i>108</i>
Figura 71	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).....</i>	<i>108</i>
Figura 72	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).....</i>	<i>109</i>
Figura 73	<i>Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).....</i>	<i>109</i>
Figura 74	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “Y” parte 1.....</i>	<i>110</i>
Figura 75	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “Y” parte 2.....</i>	<i>111</i>
Figura 76	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “Y” parte 3.....</i>	<i>112</i>
Figura 77	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “Y” parte 4.....</i>	<i>113</i>
Figura 78	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “Y” parte 5.....</i>	<i>114</i>
Figura 79	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “X” parte 1.....</i>	<i>114</i>
Figura 80	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “X” parte 2.....</i>	<i>115</i>
Figura 81	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “X” parte 3.....</i>	<i>116</i>
Figura 82	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “X” parte 4.....</i>	<i>117</i>
Figura 83	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “X” parte 5.....</i>	<i>118</i>
Figura 84	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje “Y” parte 1.....</i>	<i>118</i>
Figura 85	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje “Y” parte 2.....</i>	<i>119</i>
Figura 86	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje “Y” parte 3.....</i>	<i>120</i>
Figura 87	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje “Y” parte 4.....</i>	<i>121</i>

Figura 88	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X"</i> <i>parte 1.....</i>	122
Figura 89	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X"</i> <i>parte 2.....</i>	123
Figura 90	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X"</i> <i>parte 3.....</i>	124
Figura 91	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X"</i> <i>parte 4.....</i>	125
Figura 92	<i>Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X"</i> <i>parte 5.....</i>	126

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad para generar una mejor imagen al ingeniero civil, es necesario la búsqueda de soluciones y alternativas que eviten las pérdidas de tiempo, coste y mano de obra, es por ello que se debe implementar las técnicas de reforzamiento de estructuras, para comenzar a crear cambios y reducir la práctica de demolición.

El Perú, se ubica uno de los lugares con mayor sismicidad mundo, los sismos a menudo causan graves daños a la propiedad y la vida humana, en la ciudad de Tayacaja tiene una mayor probabilidad de sismo debido a que el tipo de suelo presenta un perfil con sedimentos de gran espesor y alto nivel de capa freática. Por lo cual es necesario tener cuidado al momento de construir todo tipo de edificaciones o ampliar dichas construcciones.

Cabe resaltar que el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) sufrió cambios en los últimos años, desde los cambios a las edificaciones de adobe que los muros se hicieron más anchos hasta en las construcciones modernas que poseen aisladores y amortiguación, el Ing. Blanco en su seminario Evolución de las Normas Sísmicas en el Perú, nos indica la evolución en las que se sometieron los diferentes tipos de proyectos de construcción, desde implementar elementos estructurales horizontales (vigas) con mayores peraltes, muros portantes con menores vacíos para ventanas, hasta utilizar los pórticos de concreto armado.

Blanco (2005) cita que, en los años 50' se empezó en Perú el programa de construcciones de colegios emblemáticos, denominados "Grandes Unidades Escolares". En su mayoría de estas construcciones tienden a tener entre dos a tres pisos con tres ejes en el sentido longitudinal, ya que en su diseño arquitectónico se implementó pasadizos de 3 a 4.5 metros de ancho, esto facilitaba que los pasajes estén en voladizo.

Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado (1994) indica que, el problema de los diseños sismorresistentes es exclusivo en varias formas, un sismo de gran escala genera fuerzas de inercia que es muy superior a la carga más perjudicial que soportara la estructura en su vida útil, no obstante, la probabilidad que esto ocurra es muy baja y si es que ocurriese un sismo a gran escala la carga que genera es de baja duración. El diseño se perfila actualmente no como cálculos matemáticos precisos, sino como un arte en el que los números

sirven relativamente, que se interesa más por los tipos de comportamientos y fallas, que por cálculos exactos.

Raigosa (2010) manifiesta que, en muchos proyectos de pequeño y mediano tamaño se tienden a equivocar en la mezcla del concreto y en el ensamblado de acero de los elementos estructurales esto implica a la no aceptación de estos ya sean en los cimientos, columnas, vigas, losas o muros. La demolición de obras se transforma por lo tanto en una práctica más usada, lo que conlleva a generar atrasos en el cronograma, genera mayor costo en el proyecto y otros, en consecuencia, es fundamental implementar métodos de reforzamiento a los elementos de una construcción para no llegar a su demolición.

Es por ello que, se realiza el reforzamiento Estructural del proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior Universitaria de Formación Pregrado de la Escuela Profesional de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja y Región de Huancavelica”, en vista de que en el expediente técnico con referente al diseño estructural no se consideró la adecuada configuración estructural con referente a los cimientos, ya que en las plateas de cimentación se consideró solo una malla inferior, por ello se presentó la incertidumbre del desempeño de la edificación frente a un sismo.

El presente trabajo, da como alternativa de reforzamiento la inclusión de una Sobre-Losa de Concreto anclado con barras de anclaje y aditivos, y así este elemento estructural quede para poder copiarse en futuros reforzamientos estructurales de la zona, con similares características del proyecto.

2. TRAYECTORIA DEL AUTOR

- Descripción de la Empresa

La empresa “JOTSA CONSTRUCTORES S.A.C.” con oficina en la ciudad de Miraflores Departamento de Lima, debidamente inscrita en el registro de pequeñas y medianas empresas, la cual elabora proyectos de construcción, así mismo realizar ejecución de distintas obras estando libremente habilitados en cualquiera de sus modalidades, todo lo anterior orientado a convertirse en el mejor apoyo para todos sus clientes para el cumplimiento de sus objetivos organizacionales.

- Denominación : JOTSA CONSTRUCTORES S.A.C.
- Inicio de operaciones : Marzo del 2016
- Actividad principal : Construcción de Edificios Completos.
- RUC : 20482164634
- Dirección fiscal : Cal. Coronel Inclán Nro. 665 Dpto. 301
- Sedes : Ninguna
- Personal : 10 Personas en oficinas.

JOTSA CONSTRUCTORES S.A.C. fue constituida el 19 de marzo del 2016 por el Ing. Civil: Jorge Luis Otiniano Sandoval de la Universidad de Trujillo y Freddy Cornejo, contador.

La diversa y profunda experiencia personal de sus directivos, tanto técnicos como empresariales, indicaron de inmediato un camino hacia la cima, a pesar de seguir apuntando como una organización de tamaño medio nacida de iniciativas para organizar servicios bastante adaptados a la actualidad, en un área ardua y competidora. lo que exige es el más alto nivel de cumplimiento en calidad y tiempo. Los contratos de Obras Públicas están siendo reemplazados rápidamente por contratos privados, con empresas que participan activamente en obras de edificaciones y carreteras, haciendo un uso intensivo de equipos y organización.

Al comienzo del año 2017, el Ing. Jorge Otiniano se amista con el Arq. Freddy Milton Llerena Gonzales formando un consorcio denominado “Consorcio del Centro”, a responsabilidad de la Empresa Jotsa Constructores S.A.C, con la cual ganaron la ejecución del

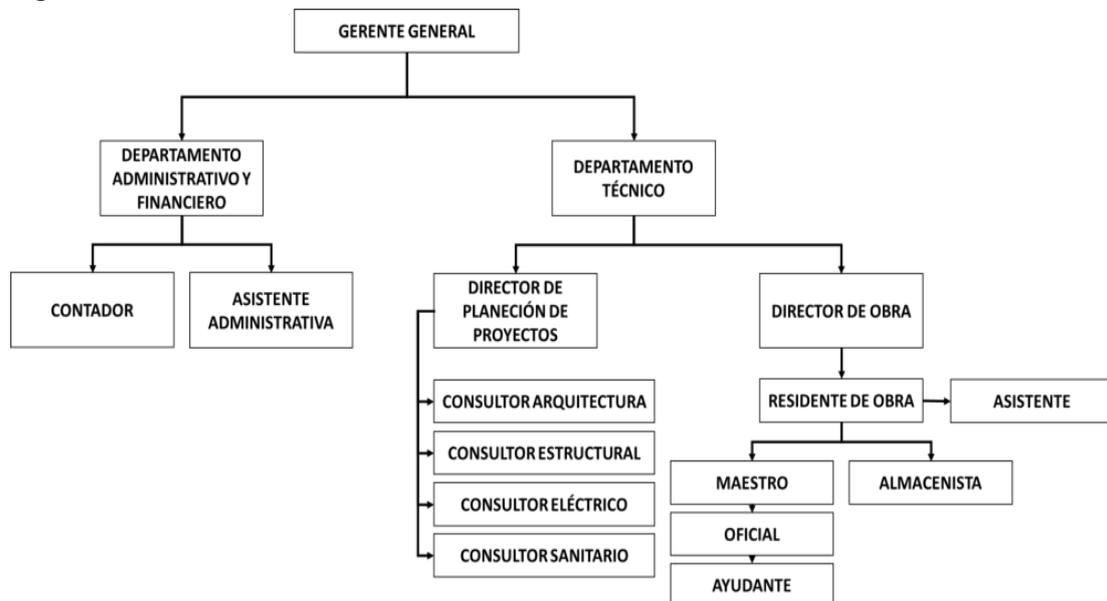
proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior Universitaria de Formación Pregrado de la Escuela Profesional de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja y Región de Huancavelica – Componente Infraestructura”.

Desde sus inicios hasta la actualidad, Jotsa Constructores ha desarrollado más de doce contratos de construcción en cada una de las disciplinas de construcción de todo tipo de obras ya sean Carreteras o Infraestructura, al tiempo que brinda un excelente servicio posterior a la comercialización y satisfacción del cliente.

- Organigrama de la Empresa

Figura 1

Organigrama



Nota. Elaboración propia

- Áreas y funciones desempeñadas

El área de departamento técnico está enfocada al desarrollo y ejecución de proyectos para lo cual cuenta con dos oficinas:

- Oficina de Planeación de Proyectos: Esta oficina está conformada por consultores especializados en diferentes áreas.

- Oficina de obras: está conformada por el ing. Residente, su asistente y personal técnico y capacitado en la parte operativa.
- Funciones de Área
 - Área de Planeación de Proyectos: Esta área se dedica a diseñar y evaluar proyectos de construcción civil realizando expedientes técnicos mediante sus consultores:
 - Consultor Arquitectura es el que se encarga de diseñar proyectos, realizar planos de arquitectura, y elaborar las maquetas del proyecto.
 - Consultor Estructural, es el encargado de elaborar los planos estructurales como también de realizar los cálculos estructurales del proyecto.
 - Consultor eléctrico, es el encargado de realizar los planos eléctricos, y hacer los respectivos cálculos eléctricos del proyecto.
 - Consultor Sanitario, encargado de elaborar los cálculos sanitarios como de agua, desagüe, entre otros; a la vez de realizar y evaluar los planos sanitarios.

El sector de obra es la encomendada de ejecutar proyectos aprobados, también de verificar que la ejecución en cumplimiento con el cronograma establecido bajo lo normalizado en seguridad, establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

- Experiencia profesional realizada en la organización

Dentro de las responsabilidades en el rendimiento de las funciones inherentes al cargo destacan los siguientes aspectos en la Empresa Servicios Generales Pirámide:

- Elaboración de expedientes técnicos de diversas edificaciones de licencias de construcción de viviendas unifamiliares, multifamiliares, hoteles, locales comerciales, etc., Tarma, 2019-2022.
- Elaboración expedientes para la inscripción a los registros públicos de predios, certificados negativos de catastro, subdivisiones, parcelaciones, etc., a la Municipalidad de la localidad correspondiente, Tarma, 2019 – 2022.
- Realización de trabajos de levantamientos topográficos viales y de catastro urbano, Tarma, 2019 - 2022.

- Elaboración de cálculos estructurales de diferentes tipos de sistemas estructurales como: pórticos, albañilería confinada, duales, metálicos, de madera, etc., asimismo, se realiza inspecciones estructurales de los diferentes sistemas, 2020 – 2022.
- Supervisor de Seguridad y Salud en el Trabajo en la empresa individual de responsabilidad limitada Servicios Generales Pirámide, durante los trabajos de topografía para alineamiento del horno 4 de la empresa UNACEM S.A.A., en su base cementera en Condorcocha, Tarma, 2020.
- Trabajos de topografía de precisión en la empresa individual de responsabilidad limitada Servicios Generales Pirámide, durante los trabajos de alineamiento del horno 4 y trabajos de mapeo de la línea de aire comprimido de la empresa UNACEM S.A.A., en su base cementera en Condorcocha, Tarma, 2021.
- Trabajos de topografía en la empresa individual de responsabilidad limitada Servicios Generales Pirámide, durante los trabajos de cubicación de materiales de la empresa UNACEM S.A.A., en su base cementera en Condorcocha, Tarma, 2020 – 2022.

Empresa Jotsa S.A.C.

- Trabajos de asistente de residente y asistente de especialista en estructuras en la obra “Creación del Servicio de Educación Superior Universitaria de Formación Pregrado de la Escuela Profesional de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja y Región De Huancavelica” – Componente Infraestructura.

3. PROBLEMÁTICA

- Planteamiento del Problema

El programa nacional de Infraestructura Educativa (2017) cita que, cuando cruza estrictamente brechas estructurales en edificaciones para instituciones de enseñanzas valoradas en S/. 100.499 millones. Desface que cuando se lograra cumplir se aseguraran la sostenibilidad, una gestión mejorada, la capacidad maximizada y la estabilidad de las estructuras educativas en todos los niveles. Sin embargo, el Ministerio de Educación (2018). Además, que, a pesar de los esfuerzos por cerrar esta brecha, incluyendo aumentos presupuestarios en 2018 y 2019, hubo un incremento de S/. 4.060 y S/. 5.390 millones respectivamente.

El comercio (2017) cita que, en la actualidad las situaciones de las estructuras de las instituciones educativas y universidades a nivel nacional son inadecuados, según se identificó en el año 2017 por el plan nacional de infraestructura educativa, que de las 177 mil construcciones y/o construcciones para el uso educacional, el 18% de estas necesitan reforzamiento estructural, un 55% requieren ser reemplazadas por completo y el 25% se encuentran en buenas condiciones.

Siendo los eventos sísmicos los que más generan las fallas en las instituciones, siendo los sismos indiscutiblemente, una de las más desastrosas manifestaciones de la naturaleza. La devastación que este fenómeno natural afecta a las construcción e infraestructuras, así como el número de víctimas que produce a lo largo de las décadas, nos enseña la gran capacidad de desastre que llega a poder tener.

Los sismos son sucesos recurrentes a nivel global y provoca varios daños en los varios tipos de edificaciones y construcciones. Cuyos daños se basan del grado del sismo y también del tipo de estructura afectado. Se sabe que los sismos son erráticos y no se pueden prevenir, ni reducir, sin embargo, se puede potenciar el desempeño de las construcciones existentes y posteriores, frente a sismos.

Asmat (2021) indica que, la condición de un Expediente Técnico define las correctas prácticas aplicadas en la ejecución, control y monitoreo de un proyecto. Tanto a nivel nacional

como internacional los proyectos tienen costos, tiempos y recursos elevados para el replanteo de Expedientes Técnicos. Los expedientes técnicos incluyen todo el paquete técnico preliminar para la correcta ejecución del proyecto, por consiguiente, se asume que el paquete tiene la tarea de haber sido formulada y usarse de manera correcta y confiable, aun así, en ocasiones estos son hechos de baja calidad.

En el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior Universitaria de Formación Pregrado de la Escuela Profesional de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja y Región de Huancavelica” – Componente Infraestructura, a pesar de estar implicados diversas especialidades en la construcción, elaboración del expediente técnico, este presenta deficiencias con respecto al diseño de estructuración en cimentaciones de los bloques de los módulos de aula y administración, siendo el déficit el diseño de la platea de cimentación que lleva una sola capa de acero en ambas direcciones en el expediente técnico, al ser construidas las plateas de los bloques 01 Escaleras y 02 Laboratorios, se observó que sería vulnerable e ineficiente a movimientos sísmicos, lo cual afectaría no solo a los alumnos de estos Módulos de Aulas sino también para la sociedad universitaria de Tayacaja, ya que puede generar daños a las diferentes estructuras cercanas.

Por lo tanto, la finalidad de este trabajo es determinar el tipo de reforzamiento implementado en las plateas de cimentación mediante los cálculos manuales y softwares especializados en cálculo estructurales, el dicho cálculo se realizó con las especificaciones de la normativa peruana vigente en el Perú E. 030, y el reglamento nacional de edificaciones (RNE) vigente.

- Determinación del problema

En el Perú por tener diferentes tipos de regiones conlleva a que se utilizan varios tipos de cimentación, ya que estas varían teniendo en cuenta al tipo de suelo que soportara toda la construcción, ya que con un mal diseño puede generar asentamientos. Estos si se presentarían perjudicarían a toda la construcción, acabando en el desplome de la construcción. Para poder prevenir este problema, se plantean diferentes soluciones para que la capacidad portante del terreno permita disipar las cargas originadas en toda la estructura.

En la actualidad, en lo que se refiere a construcción, se utilizan varios tipos de tecnologías para reforzar los diferentes tipos de elementos estructurales que componen una edificación y poder cumplir con los requerimientos que necesitan la edificación para tener una adecuada resistencia y estabilidad, el sector de la construcción está beneficiándose de diferentes tipos de tecnologías que revolucionan la manera de construir, una edificación es una estructura resistente y estable que es beneficiario para los individuos; pero un inapropiado diseño estructural o una mala práctica de construcción puede generar un riesgo en la estructura.

SIKA (2017) indica que, la condición de la estructura involucrada sin realizar los debidos reforzamientos estructurales o una adecuada verificación de la estructura, puede cambiar el comportamiento estructural, ya que si la estructura no está en la capacidad de soportar las nuevas cargas esto puede traer consecuencias de deterioro y en situaciones extremas el colapso de las estructuras de edificación. Asimismo, SENCICO (2018) manifiesta que, se pueden utilizar otros métodos, sistemas, criterios o materiales que pueden ayudar a la estructura a llegar a una adecuada resistencia, estabilidad y rigidez que garantice un buen funcionamiento estructural a eventos futuros.

Con la adecuada implementación de tecnologías habituales que se identifican en la rama de la construcción podemos dar solución al reforzamiento de los elementos estructurales afectados, teniendo en cuenta que dichos elementos reforzados podrán tener un adecuado comportamiento estructural.

Por lo tanto, este trabajo se enfocará en realizar el reforzamiento y recalcado estructural de la platea de cimentación, con una sobre losa de concreto y conectores de corte buscando mejorar el comportamiento estructural de los módulos de aula y administración.

- Problema principal

¿Cuál es la evaluación y diseño de reforzamiento estructural de las cimentaciones en el proyecto “¿Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”?

- Problemas secundarios

¿Cuál es el análisis estructural en las cimentaciones en el proyecto “¿Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”?

¿Cuál es la propuesta de diseño en las cimentaciones en el proyecto “¿Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”?

¿Cuál es el diseño de reforzamiento en las cimentaciones en el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”?

- Objetivo General

Evaluar y elaborar un diseño de reforzamiento estructural en el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”.

- Objetivos específicos

Evaluar los resultados del análisis estructural en las cimentaciones en el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”.

Determinar la propuesta de diseño de las cimentaciones en el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”.

Determinar el diseño de reforzamiento estructural de las cimentaciones en el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021”.

- Justificación

ACI (1994) en su informe 364.1 R-94 indica que, debe para realizar un reforzamiento estructural debe iniciarse con una investigación preliminar, así como los pasos que ha de seguir. El propósito de esta es saber información inicial como grado de vulnerabilidad de la estructura y los problemas que le afectan, la viabilidad de realizar una recuperación y comunicar sobre el problema con un análisis más detallado.

Determinar una correcta evaluación estructural de las cimentaciones en el proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT, ya que es de suma importancia, ya que en el Perú las edificaciones son muy propensas a ser perjudicadas por los eventos sísmos.

En la sociedad un apropiado reforzamiento estructural ofrecerá una adecuada edificación, que minimizará pérdidas económicas, incluso minimizará el riesgo de pérdidas de los habitantes ante un movimiento sísmico. En este trabajo tiene como propósito ayudar a al proyecto “Creación del Servicio de Educación Superior de la Escuela Profesional de Enfermería de la UNAT”, a conocer por medio de un cálculo estructural por medio del análisis dinámico como es el comportamiento de la cimentación y determinar la mejor alternativa para el reforzamiento estructural del elemento en cuestión, lo antes dicho ayudara a resolver la inseguridad estructural de la edificación. Asimismo, este trabajo se podrá utilizar como una orientación inicial para investigaciones futuras que requieran un análisis estructural.

Las técnicas de reforzamiento estructural deben ir actualizándose en nuestro entorno, usando técnicas actuales de reforzamiento estructural que minimiza la mano de obra, tiempo y costos de ejecución, de acuerdo al comportamiento estructural de las construcciones reforzadas. Asimismo, Armendáriz (2015), nos indica que se debe suprimir todo tipo de estado que cause cualquier tipo de fallas puntuales como pisos blandos, disparidades inerciales, etc., en la intersección de elementos unidos, como en vigas con gran peralte con las columnas que se empalma, etc.

- Alcances y limitaciones

Rojas y Tito (2018) mencionan que, la metodología que se aplicó en el presente trabajo fue un enfoque tipo aplicativo ya que se utilizan información teórica para obtener el tipo de diseño de refuerzo estructural.

Orderique (2019) argumenta que, la metodología que se manejo fue: un diseño descriptivo no experimenta de corte transaccional o transversal, ya que se dispuso tomas de datos reales, sin modificar variables para ver su conexión y describir sus variables.

Quevedo et al. (2020) mencionan en su investigación que, la metodología aplicada fue revisión de literatura, ya que se identificó los archivos de información que se tuvo como base para realizar la evaluación de las edificaciones.

Broncano (2021) cita en su trabajo que, la metodología que aplico fue: revisión de literatura ya que recopilo toda la información referente a cimentaciones superficiales, también a zapatas aisladas y combinadas.

Hidalgo y Silvestre (2019) en su investigación manejaron una metodología de tipo descriptiva, ya que determinaron las condiciones de las edificaciones por medio de recolección de datos en campo según parámetros propuestos.

Diaz (2020) en su investigación utilizó una metodología no experimental, ya que no modifico las variables como vulnerabilidad sísmica y el refuerzo estructural, para la obtención de resultados.

Giménez (2020) en su investigación utilizó una metodología cualitativa para la gestión de riesgo sísmico, ya que evaluó la estructuración relevante de las edificaciones.

Llajaruna (2019) en su trabajo aplicó una metodología de enfoque cualitativo, diseño no experimental para la evaluación de vulnerabilidad sísmica de la institución educativa y así poder proponer técnicas de reforzamiento apropiado para los elementos estructurales afectados.

Soto (2018) cita que, la metodología que aplico fue no experimental o descriptiva, ya que se utilizó las técnicas de observación, ensayos, modelamiento sísmico y fichas de verificación.

Javier (2021) propone que en su investigación aplicó la metodología de tipo no experimental, ya que ese tipo de diseño tiene como característica de trabajar con una solo variable.

Ascurra y Muriel (2019) definieron un método de investigación de caso de estudio, por el cual a través de este análisis podrá obtener los componentes estructurales que podrán soportar las fuerzas transmitidas.

Cáceres y Pichihua (2020) plantearon en su investigación que el tipo no experimental, ya que aplica un análisis de la edificación existente tal como es en la realidad.

4. MARCO TEÓRICO

- Antecedentes bibliográficos

Estrada y Yoplac (2019) realizaron una evaluación técnica y de costos de refuerzo estructural en vigas con fibras de carbono en una vivienda multifamiliar “Huaraz Breña”. Hoy en día la implementación de la técnica de refuerzo estructural con fibra de carbono es una de las mejores opciones técnicas y económicamente propuestas como procedimiento para un refuerzo estructural en elementos horizontales de concreto armado de edificios. En consecuencia, aplico una investigación con un método de enfoque mixto mediante una investigación de tipo no experimental. Ya que toda la información fue tomada de la revisión de normas actuales acerca de las técnicas de refuerzo estructural con fibra de carbono, según lo determinado en la normativa ACI 440.2R-08, E.020, E.030, E. 060; y con conformidad con la información obtenida se determinaron las variables, para el análisis. Por consiguiente, el resultado por la evaluación de la factibilidad del refuerzo estructural determino que al establecer un adecuado proceso de evaluación estructural y saber lo que prefiere el cliente se determinó la mejor alternativa para su proyecto y sus intereses, se determinó el mejor reforzamiento estructural con la fundamentación de cálculos numéricos preservando los beneficios económicos y técnicos. En conclusión, se determina que al usar las correctas técnicas aprovechando como fundamento inicial los manuales y normas, ACI 562 y Manual SIKA, se determinó el adecuado refuerzo estructural. Asimismo, se observa que al reforzar los elementos estructurales (vigas) de concreto armado con fibra de carbono aumentan en un gran porcentaje su capacidad de resistencia a la flexión y también a la cortante llegando a elevar su capacidad en un 10% y 20%.

Rojas y Tito (2018) obtuvieron que, el diseño del refuerzo estructural del pabellón C en la Institución Educativa N°629-6034 - Carbonell, en estos últimos años hubo un progreso con referencia en lo referente al esquema estructural de las edificaciones de las instituciones educativas, sin embargo, en la actualidad muchas construcciones de instituciones educativas siguen pasando por alto las fallas antes comentadas por consiguiente es de suma importancia adaptar las edificaciones a la norma vigente de sismoresistencia, en este sentido se debe llevar a cabo un adecuado calculo estructural, esto permitirá saber la deficiencia con respecto al comportamiento estructural de la edificación y el adecuado sistema de reforzamiento estructural que se debe emplear. Por esa razón, se realizó una investigación de tipo aplicativo ya que se

aplicó los conocimientos teóricos practicando el adecuado análisis y reforzamiento estructural en la institución educativa en el pabellón en cuestión y teniendo un nivel de investigación descriptiva ya que a través del cálculo estructural se podrá modelar y diseñar la edificación actual en gabinete y obtener su desempeño ante las cargas producidas por elementos estructurales, también tiene un diseño no experimental porque no se manipulo ninguna información y variables. Por consiguiente se obtuvieron los resultados, que aunque no se utilizó el análisis de cálculo elástico no lineal, si se realizó el reforzamiento y se analizó la edificación para que trabajara ante un sismo según los parámetros en las normas E. 030 y E. 070, igualmente se obtuvo los resultados de desplazamientos, derivas, etc., también adquirido el desempeño de la edificación ante las combinaciones de carga reglamentadas en el RNE, lo que dio como resultado los esfuerzos actuantes de la estructura. Además, se adquirió en resultados numéricos los modos de vibración de la edificación y demás resultados para poder determinar la resistencia de los componentes de la estructura. En conclusión, al llevar a cabo el análisis dinámico sísmico se pasó a determinar si la resistencia estructural de los componentes que soportaran las cargas actuantes de la edificación, se concluyó que tanto los muros portantes y pórticos estaban adecuadamente diseñados y estaban diseñados con la corma E. 070 del RNE, verificando todo el cálculo estructural que se realizó se determinó que la resistencia de dos vigas en el primer piso necesitaban reforzarse para aumentar la resistencia a la flexión, estas se reforzaron con CFRP Sika Carbodur S512 que es la fibra de carbono de 5.10 m, y dos columnas del segundo piso necesitaban ser reforzadas por las fuerzas cortantes ya que eran columnas cortas, para estas se determinó el reforzamiento de ensanche o encamisado que es apto para soportar las cortantes que no resistía la sección de concreto.

Javier (2021) determinó que, la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las I.E. públicas de Carhuaz – Ancash. En la actualidad, el país cuenta con una problemática en cuanto a edificaciones de instituciones educativas ya que, en muchas de estas presentan déficit estructural, además se sabe que la mayoría de estas tienen un mal criterio y diseño estructural. Por ese motivo, se llevó a cabo una investigación correlacional a través de un diseño no experimental, ya que se tomaron los datos mediante la recopilación de datos de las técnicas documentales; textuales, bibliográficas y de la observación directa, ya que los resultados se obtuvieron en campo. Con el propósito de determinar los procesos en la investigación y adquirir los resultados aprobatorios para su investigación. Por consiguiente, los resultados que se observan son que los daños son de mayor influencia en aquellos que presentan humedad,

seguida de los que tienen suciedad, fisuras y grietas con un área perjudicada de un 59.82%, asimismo, se obtuvieron en el análisis de estudio de mecánica de suelos arrojando que presenta un suelo intermedio, rígido; presentando una capacidad admisible del suelo de 1.13 kg/cm^2 (Pabellón A) y 1.12 kg/cm^2 (Pabellón B) siendo suelos con perfil S2 y estando en una Zona sísmica 3 estas trabajan bien en frecuencias altas y periodos bajos, el cual en eventos sísmicos se verán más afectados estructuras rígidas y bajas, concluyendo que es de suma importancia realizar un análisis de los diferentes tipos de suelo del área para poder determinar los asentamientos. Con el refuerzo de las estructuras se obtuvieron los resultados que en el Pabellón A de la “Institución Educativa Particular Nuestra Señora de las Mercedes”, incluyendo placas en el eje Y-Y alcanza una deriva de 0.00102 en el primer piso y en el segundo teniendo resultados menores en comparación con la norma E. 030, en el eje X-X este también se obtienen resultados favorables con respecto a la norma antes mencionada ya que presenta en el primer nivel una deriva de 0.000290 y en el segundo piso una deriva menor de 0.007. En conclusión, en la “Institución Educativa Particular Nuestra Señora de las Mercedes” presenta un grado de severidad MEDIA en ambos pabellones A y B, ya que presenta fallas que son la suciedad, humedad, grietas, eflorescencia y fisuras, con un área afectada de 59.82% y 40.96% respectivamente por cada pabellón. Asimismo, en el reforzamiento estructural implementando placas en ambas direcciones “Y” y “X” cumple con una deriva máxima de 0.00102 y 0.000250 respectivamente en el primer piso y teniendo derivas menores en el segundo piso en comparación con la Norma E. 030.

Amaguay (2022) realizó un análisis estructural a una edificación de departamentos, ubicado en la parroquia de la Magdalena, cantón Quito. La edificación de departamentos, ubicado en el Barrio de La Magdalena, denota fallas estructurales que son: asentamientos diferenciales, grietas en muros y ventanas, discontinuidad de columnas, deflexión en losas, dimensiones y armado de elementos estructurales que no tienen un adecuado comportamiento estructural de acuerdo con las especificaciones mínimas reglamentarias, ya que se construyó sin la realización de estudios y sin el diseño estructural adecuado y avalado por un profesional especialista y esta presenta una condición peligrosa, ya que la estructura es propensa a colapsar con un movimiento sísmico, y esta afectaría a los habitantes del edificio y también a las estructuras aledañas. Por esa razón en este proyecto técnico tiene como prioridad fundamental realizar los estudios que permitan reducir su falencia estructural de la edificación en estudio, la metodología que se utilizó para poder intervenir en la estructura de estudio finalizar con la

propuesta de reforzamiento estructural para poder solucionar las fallas estructurales que presenta dicha edificación y mejorar la resistencia estructural frente a los movimientos sísmicos. Por consiguiente se obtuvieron las resultantes del estudio elaborado por los especialistas de la “Universidad Católica del Ecuador”, la cantidad de golpes medio del ensayo de penetración estándar es de 12.25, el tipo de suelo obtenido por el estudio es D, la cimentación utilizada es de zapatas aisladas y combinadas, la capacidad admisible del suelo arrojó un valor de 0.92 kg/cm^2 , se estimó que los asentamientos totales no llegaran a más de 0.025 m y los asentamientos diferenciales no llegaran a 0.015 cm. Los resultados obtenidos del ensayo con martillo esclerométrico, se obtuvo que se tomara un valor estándar de 200 kg/cm^2 para diseñar las columnas. En conclusión, se determinó que la carencia de calidad estructural de la edificación se debe a la mala práctica de construcción informal llevado a cabo por maestros mayores y albañiles sin el debido asesoramiento profesional, presentando fallas por materiales de mala calidad, vigas banda, vaciado de elementos por partes presentado juntas frías, deficiente diseño de cuantía de acero estructural, etc., el estudio de mecánica de suelos presentó que en el área construida es de zona vulnerable a los asentamientos y maximiza las ondas sísmicas. La alta vulnerabilidad estructural de la edificación, justifica el diseño del reforzamiento estructural que haga frente a los asentamientos y conceda que la estructura pueda soportar los futuros movimientos sísmicos en la zona, así que se decidió emplear una mampostería enchapada y un encamisado de columnas con planchas de acero estructural.

Estrada y Vivanco (2019) en su investigación evaluaron la vulnerabilidad sísmica y realizó un análisis estructural lineal y no lineal de una edificación, determinando alternativas de refuerzo estructural buscando que los elementos estructurales soporten movimientos sísmicos y obteniendo el mejor resultado costo-beneficio. Ecuador se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, el mismo que tiene una alta probabilidad de tener movimientos sísmicos provocado por la subducción de la placa de Nazca. La ciudad de Quito y sus valles están ubicados sobre una placa tectónica inestable que produce sismos de diversas magnitudes y periodos de tiempo. Las construcciones en Quito se han edificado sin ningún tipo de planificación urbana, por otro lado, los ciudadanos de baja situación económica edifican sin ningún parámetro y guía técnica, empleando materiales de deficiente calidad y mano de obra no calificada. Por esta razón, se realizó una investigación con un enfoque cuantitativo a través de un diseño no experimental ya que se realizó un procedimiento de análisis visual para determinar e identificar, así como evaluar las construcciones con riesgo sísmico. También se

realizó un procedimiento basado en encuestas y en formulario para la recopilación de datos, así como la inspección visual exterior como interior. Para la recopilación de datos del tipo de suelo se observó y se determinó con la microzonificación sísmica de los suelos en Quito, que en esta se puede tener noción del tipo de suelo y así determinar su capacidad admisible del terreno así se determinó que el tipo de terreno es un suelo de cenizas volcánicas con formaciones de cangahua (Q), correspondiente a un perfil de suelo tipo D. Por lo tanto, los resultados obtenidos de los distintos diagnósticos estructurales de la vivienda, de los ensayos destructivos en los elementos estructurales se obtuvo que el coeficiente de variación es mayor a 0.20 este siendo el valor máximo permitido en la norma ASCE 41-17, en los ensayos no destructivos obteniendo un resultado de resistencia a la compresión de los componentes estructurales de 90 kg/cm^2 . Con respecto a la mampostería siendo el diagnóstico determinado por un examen visual presenta una condición aceptable ya que las unidades se encuentran intactas con grietas menores, el ensayo a compresión de la mampostería nos arrojó un resultado a la compresión de 38.75 kg/cm^2 . Para determinar la capacidad admisible del terreno se ejecutó los ensayos de corte directo y triaxial, tomando los resultados del ensayo triaxial, luego del procesamiento de datos se obtuvo un esfuerzo admisible de 17.94 T/m^2 . En conclusión, de acuerdo al puntaje resultante de la evaluación visual de edificios FEMA P-154 la vivienda presenta una alta vulnerabilidad sísmica. También, se identificó que la edificación presenta disparidad tanto en elevación como en planta. Asimismo, se comprobó que en un diseño matemático de la edificación sin mampostería produce errores relativos altos en la interpretación del periodo frente al periodo real obtenido experimentalmente, se determinó que los componentes estructurales resistentes antes las fuerzas gravitacionales y laterales no presentan un desempeño estructural adecuado. Igualmente, considerando que el sistema de estructuración resistencia es la mampostería, para esta el mejor reforzamiento para la edificación en estudio es el enchapado ya está ayudado a llegar a una buena ductilidad. Para las fallas en la unión de losa-columna se recomienda un reforzamiento con fibra de carbono o añadir elementos estructurales de acero en la losa aumentando las propiedades mecánicas de los elementos.

- Bases Teóricas

Para poder comprender los pasos que se realizaron en el procedimiento de la evaluación y reforzamiento estructural de las cimentaciones del proyecto en investigación, es preciso conocer las definiciones de las variables Evaluación Estructural y Reforzamiento Estructural.

Lara (2018) define que, la evaluación estructural como una verificación cuantitativa de la aptitud estructural de una edificación ante fuerzas sísmicas. Además, menciona que uno de los procedimientos más utilizados en los últimos años es el desempeño sísmico ya que esta evidencia y cuantifica los daños. Asimismo, Estrada y Yoplac (2019) definen que, en la evaluación estructural como un procedimiento para lo cual a través de pruebas patológicas en una edificación o por elemento estructural, es sometida a análisis y a la comparación con las normas y especificaciones, los cuales deben alcanzar los requerimientos para llegar a cumplir con el adecuado desempeño estructural por el cual fue diseñado y construido.

Prisma Ingeniería (2015) define a la evaluación estructural como, una variable que se necesita para investigar la capacidad de la edificación o de cada elemento estructural ante solicitaciones nuevas o existentes inseguridades. Del mismo modo, AIS (2001) precisa que la evaluación y reforzamiento es la de estimar los elementos estructurales determinantes en el deterioro de la estructura para comprobar que los resultados solucionen el problema mostrado y prevenir que se vuelva a producir los mismos perjuicios en el futuro.

Cgmsr (2022) define a la evaluación estructural como, la que conlleva a realizar un análisis matemático de las estructuras ya realizadas sometidas a cargas de gravedad y sísmicas para determinar la condición actual de la misma y sus elementos estructurales. Esta también se efectúa cuando se necesita una ampliación, esta para determinar si las bases necesitan un refuerzo. Asimismo, Jácome (2016) definió que, la evaluación estructural es un proceso que comprende en identificar que tan apropiado son los elementos estructurales de una edificación para el uso que se dispone tener luego de un análisis de los documentos actuales, inspecciones visuales, condiciones y ensayos de materiales.

Valencia (2019) define que, el reforzamiento estructural tiene como objetivo potenciar la aptitud de soporte de cargas puntuales y de conducirla por la estructura. La misma que se

aplica cuando se requiere nuevas solicitaciones, mal diseño o errónea mano de obra a lo largo de la construcción del proyecto. Asimismo, Sika (2017) manifiesta que el reforzamiento estructural es el procedimiento para aumentar la resistencia de una estructura o sus elementos, para mejorar el comportamiento y estabilidad de la misma.

Soto (2008) determina que, el reforzamiento estructural es toda actividad para aumentar el desempeño estructural de los componentes de la estructura por encima del desempeño que mostraba inicialmente.

Paucar (2021) define que, el reforzamiento estructural es la aplicación y utilización de varios materiales, con el fin de mejorar la resistencia o rigidez de un elemento estructural para evitar futuros daños a lo largo de la vida útil de la edificación. Asimismo, Jácome (2016) manifiesta que el reforzamiento estructural existente tiene como fin el aumentar la capacidad del comportamiento estructural. La obligación de reforzar un elemento estructural se origina a la modificación en el tipo de utilización para el cual esta no estaba diseñada.

Paucar (2021) define que, el análisis estructural como los esfuerzos y deformaciones que es sometida la edificación, este análisis se determina en un software de cálculo estructural. Asimismo, Kassimali (2016) define que, el análisis estructural como el estudio para determinar las cantidades de los esfuerzos producidos de los componentes estructurales como el efecto de un esfuerzo de carga.

Novely (2015) define que, el análisis estructural a la representación numérica de las deformaciones y fuerzas internas que se producen en los diferentes componentes estructurales frente a cargas externas. Del mismo modo, Cáceres y Pichihua (2020) definen que, el análisis estructural consiste en los procedimientos de cálculo para llegar a los resultados que nos dan de la consecuencia de las cargas y fuerzas en la edificación a analizar.

Espinoza y Pérez (2015) definen que, el análisis estructural el proceso para obtener los diferentes esfuerzos a los que se somete la estructura y los desplazamientos producidos por las diferentes cargas. Asimismo, Rojas y Tito (2018) determinan que el análisis estructural es el medio por el cual se logra el modelamiento y caracterización de una estructura existente en

estudio por el cual se describe el comportamiento de los elementos estructurales ante los estados de carga.

ACI (2017) define al diseño estructural como la limitación de diseño de los cuales se fuerzan para prevenir los posibles colapsos en un futuro. Asimismo, Arana (2018) determina que el diseño estructural se debe hacer iniciando de un apropiado balance entre las características propias de un material, de sus características naturales y su resistencia.

Gómez (2012) define que, el diseño de ingeniería (estructural) como los cálculos de diseño que dan como resultado las medidas y resistencias de los componentes estructurales por parte de los ingenieros y profesionales en la construcción. Asimismo, Paucar (2021) define que, el diseño estructural como el último paso para determinar la resistencia de los ladrillos, hallar la geometría y el acero de los elementos estructurales de la edificación para así poder reflejar en los planos y la memoria de cálculo. Del mismo modo, define al diseño estructural como la unión de arte y ciencia que mezcla la emoción intuitiva del profesional en la construcción con la comprensión de los diferentes análisis estructurales, para crear composiciones que seguramente cumplirán con su propósito.

Sulca (2021) define que, a la cimentación como el elemento inferior de una estructura y la función que esta genera es la transferencia de las cargas al suelo que está en contacto con la estructura.

Giordani y Leone (2014) definen que, a la estructura como la colección estable de componentes estructurales de carga de una edificación con fin de resistir cargas y transmitir las al suelo donde se apoya.

Jiménez (2016) define que, la mecánica de suelos es el análisis de las propiedades, características y comportamiento del suelo, por el cual accedemos a los resultados de un terreno y estos datos son necesarios para el diseño de las cimentaciones. Asimismo, Sulca (2021) define al estudio de mecánica de suelos (EMS) como el grupo de análisis de campo, pruebas de laboratorio e investigaciones que tienen como fin determinar el comportamiento del suelo sobre el cual estará construida la estructura. Sulca (2021) expresa que, la cimentación por platea o losa de cimentación está constituida por una losa rígida por la cual se sienta la estructura.

- Definición de términos básicos
 - Una estructura es un ensamblaje de elementos que mantienen una forma y su unidad, teniendo como objetivo resistir las cargas resultantes de su uso y su propio peso dándole forma a un cuerpo, obra civil o máquina.
 - Una estructura es un ensamblaje de elementos que mantienen una forma y su unidad, teniendo como objetivo resistir las cargas resultantes de su uso y su propio peso dándole forma a un cuerpo, obra civil o máquina.
 - Evaluación Estructural, es el proceso de analizar el estado de una edificación que habitualmente es la acumulación de datos y observaciones de la condición actual de la estructura en revisión mediante los análisis matemáticos ante cargas de gravedad y sísmicas.
 - Reforzamiento Estructural, es la aplicación de procesos constructivos en una estructura existente la cual necesita ser modificada o reparada, de las cargas o el diseño por la cual no fue diseñada, ya que se desea maximizar la resistencia de los componentes estructurales de una edificación.
 - Análisis Estructural, es el comienzo para el diseño estructural que se determina con procedimientos de cálculos numéricos por el cual se determinan los efectos y fuerzas de los componentes que forman una estructura, para evitar problemas en el uso de esta.
 - Diseño Estructural, es la metodología de investigación usada por los ingenieros civiles la cual establece la resistencia, estabilidad y rigidez de la estructura. Ya que esta es la unión de diferentes tipos de resultados de sistemas y organizaciones estructurales, predimensionamiento de elementos, verificaciones estructurales, etc.
 - Comportamiento estructural, Es así como la composición reacciona en términos de desplazamiento y deformación ante las cargas de fuerzas externas como terremotos, viento, etc.

- Estructura, es la unión de componentes que se sostienen en una forma determinada por los profesionales competentes, teniendo como finalidad soportar las cargas de fuerzas externas y de su propio peso.
- Cimentaciones, es el elemento o conjunto de elementos estructurales que están en la base inferior de la misma, la cual su principal función es la transición de cargas que se genera en la estructura al suelo donde esta se apoya.
- Platea de Cimentación, son cimentaciones superficiales que se compone de una losa rígida, la cual cumple el trabajo de transmitir las cargas uniformemente que origina la superestructura al suelo en donde se construye.
- Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), es el conjunto de ensayos que se realizan en el laboratorio de suelos, la cual permite determinar la presión admisible del suelo y así determinar los parámetros sísmicos donde se ubicara el proyecto a construirse.

5. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

- Metodología de la solución

Nombre del Proyecto:

“Creación del Servicio de Educación Superior Universitaria de Formación Pregrado de la Escuela Profesional de Enfermería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Distrito de Ahuaycha, Provincia de Tayacaja, Región Huancavelica”.

- Ubicación Geográfica y Política:

Región	: Huancavelica
Provincia	: Tayacaja
Distrito	: Ahuaycha
Localidad	: “Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo”.
Región Geográfica	: Sierra
Dirección	: Ichicruz
Fecha de escritura pública	: 15 marzo del 2017
Zona	: Urbana
UTM	: 8629180 m N - 512300 m E
Altitud	: 3249. M.s.n.m.

Figura 2

Ubicación Geográfica del Proyecto



Nota: Memoria Descriptiva General Proyecto (2021)

- Descripción Técnica del Proyecto

La construcción se desarrolló de acuerdo al tipo del terreno, manteniendo los desniveles encontrados, por el cual se determinó soluciones arquitectónicas con un conjunto de construcciones puestas mediante un esquema de operatividad racional y eficiente siguiente lo estipulado en las normas vigentes de arquitectura educativa.

El proyecto consta de los siguientes componentes: Ver figura 4 en anexo.

Zona Administrativa: Comprende la construcción de los siguientes ambientes: Para el bloque 1: oficina de decano de facultad, secretaria +espera, oficina de investigación, secretario de investigación, sala de profesores, oficina de jefes de departamento, oficina de prácticas pre profesionales, oficina de grados y títulos, asesoría de tesis, sala de reuniones. Para el bloque 2 son: oficina de proyección social, oficina de registros y matriculas y tópico.

Zona Académica: Comprende de 5 bloques: el bloque 1 es de escalera, bloque 2 de laboratorios como son laboratorio de Bioquímica, Laboratorio de salud de la mujer y el niño, Laboratorio del adulto y geriátrico, el bloque 3, es de 6 aulas y biblioteca y área de trabajo, bloque 4: Auditorio, Laboratorio de primeros auxilios, Laboratorio de Anatomía y Fisiología Humana, Laboratorio de Salud Comunitaria.

Zona de Servicios: Comprende la Construcción de Tópico, SS. HH Docentes mujeres, SSHH Docentes Varones, SSHH Mujeres, SSHH Varones, Depósito y Cuarto de máquinas y kitchenette.

Las características Constructivas del proyecto son: Ver tabla 2 en anexo.

- Normas Aplicadas en el Proyecto

El proyecto está diseñado con los estándares que determina la norma técnica respectiva: Reglamento nacional de edificaciones y el Reglamento de Edificaciones para uso de las Universidades. Las cuales son:

El Reglamento Nacional de Edificaciones, como son las siguientes normas:

- A.040 – Educación.
- A.120 - Accesibilidad para Personas con Discapacidad.
- E.020 -Cargas.
- E.030 - Diseño Sismorresistente.
- E.050 - Suelos y Cimentaciones
- E.060 - Concreto Armado.
- E.070 – Albañilería.
- IS.010 - Instalaciones Sanitarias para Edificaciones;

- EM.010 - Instalaciones Eléctricas en Interiores.
- Norma Técnica de infraestructura para Locales de Educación Superior (NTIE 001, 2015)
- Reglamento de Edificaciones para uso de las Universidades (RESOLUCIÓN N° 0282-2011-ANR)
- Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales escolares, del Ministerio de Educación.
- Plan director de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

- Criterios de Diseño del Proyecto

El proyecto está diseñado con los estándares que determina la norma técnica respectiva; Reglamento nacional de edificaciones y el Reglamento de Edificaciones para uso de las Universidades.

Se tomó en cuenta para el diseño:

- El Reglamento Nacional de Edificaciones, como son las siguientes normas:
- A.040 – Educación.
- A.120 - Accesibilidad para Personas con discapacidad.
- E.020 - Cargas.
- E.030 - Diseño Sismorresistente.
- E.050 - Suelos y Cimentaciones
- E.060 - Concreto Armado.
- E.070 – Albañilería.
- IS.010 - Instalaciones Sanitarias para Edificaciones;
- EM.010 - Instalaciones Eléctricas en Interiores.
- Norma Técnica de infraestructura para Locales de Educación Superior (NTIE 001, 2015)
- Reglamento de Edificaciones para uso de las Universidades (RESOLUCIÓN N° 0282-2011-ANR)
- Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales escolares, del Ministerio de Educación.

- Plan director de Desarrollo Urbanístico y Arquitectónico de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

- Proyecto de solución

Se realizará una evaluación y diseño de refuerzo estructural para la cimentación del proyecto en investigación, se empleó el cálculo estructural ya realizado en el expediente técnico, para la determinación de la capacidad admisible del terreno, se utilizó el EMS ya realizado para el expediente técnico.

Para realizar una evaluación detallada de la cimentación de los módulos de Aulas y Administración, se determinó el funcionamiento estructural de todas las construcciones respecto a un sismo, se hizo la evaluación de las cimentaciones como indica en la norma E. 030 “Diseño Sismorresistente” del RNE. Se evaluó tanto el comportamiento frente a un sismo de las estructuras como los esfuerzos producidos por las cargas en la cimentación de los Módulos.

- Desarrollo de la solución

Los datos serán recopilados de forma eficiente y rápida, para el procesamiento de la información se utilizarán computadores para facilitar la exposición y poder realizar un análisis correcto y concreto.

Para el desarrollo de la solución, se desarrolló un cálculo estructural de todos los módulos mediante un análisis con interacción suelo – estructura con un Software especializado en el Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones, para esto se detalla el procedimiento de la realización de la evaluación y los cálculos respectivos para el reforzamiento de las plateas de cimentación ya ejecutadas.

- Descripción del Proyecto

El proyecto contempla la unión de los módulos de Aulas que consta de cinco bloques (escalera, laboratorio, aulas-escalera-SS. HH, auditorio y ascensor) y administración (administración 1 y administración 2) siendo esta el conjunto de siete estructuras. Con una

altura de los niveles proyectada de 3.25m del primer al tercer piso, con una altura total de la edificación de 11.35m.

Módulo de Aulas:

Bloque 01 – Escaleras

- Primer, segundo y tercer nivel Escaleras.

Bloque 02 – Laboratorios

- Primer nivel Laboratorio de bioquímica
- Segundo nivel Laboratorio del adulto mayor, sala de simulación.
- Tercer nivel Laboratorio de salud de la mujer y niño, sala de simulación.

Bloque 03 – Aulas Escalera SS. HH.

- Primer nivel Área de atención, biblioteca, área de lectura, área virtual, SS.HH. Hombres y pasadizo.
- Segundo nivel Aula 01, Aula 02, Aula 03, SS.HH. Hombres y pasadizo.
- Tercer nivel Aula 01, Aula 05, Aula 06, SS.HH. Hombres y pasadizo.

Bloque 04 - Auditorio

- Primer nivel Auditorio, laboratorio de anatomía y fisiología humana, SS.HH. mujeres y hall.
- Segundo nivel Laboratorio de primeros auxilios, SS.HH. mujeres y hall.
- Tercer nivel Laboratorio de salud comunitaria, SS.HH. mujeres y hall.

Bloque 05 – Ascensor

- Primer, segundo y tercer nivel ascensor.

Módulo Administración

Bloque 01 – Administración

- Primer nivel Grados y títulos, asesoría de tesis, oficina de investigación, secretaria, practicas preprofesionales, sala de profesores, hall, almacén, cuarto de tableros y SS.HH. profesores.

- Segundo nivel Sala de reuniones, kitchenette, almacén, oficina jefa de departamento 01, oficina jefa de departamento 02, oficina jefa de departamento 03, hall, data video y SS.HH. profesores.
- Tercer nivel secretaria, oficina decana de facultad, sala de espera, halls y SS.HH.

Bloque 02 – Administración

- Primer nivel Registro y matricula, oficina de proyección social y tópico.

Los materiales empleados fueron:

Cemento y acero:

- Cemento portland tipo V (elementos en contacto con el suelo)
- Cemento portland tipo I (elementos que no están en contacto con el suelo)
- Acero estructural grado 60 ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$)

Concreto en estructuras de cimentación y elementos apoyados en el suelo

- Cimiento corrido sin armadura: $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$
- Sobrecimiento sin armadura: $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 25\% \text{ P.M}$
- Solado en zapatas de columnas y de muros: $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- Zapata de columnas y de muros, Cimiento corrido con armadura, Sobrecimiento con armadura, Columnas en pórticos, Placas en pórticos, Vigas en pórticos, Columnetas en tabiques, Vigas soleras en tabiques y Escaleras y su cimiento: $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Albañilería en tabiques no estructurales

- Tipo de unidad : tubular
- Mortero : 1:5
- Juntas : 1 cm (variación entre 0.9 y 1.2cm)

Recubrimientos, de acuerdo a lo que indicado en los planos estructurales.

Cargas

- Concreto simple: 2300 kg/m^3
- Concreto armado: 2400 kg/m^3

- Tabique de albañilería e=15cm: 1500 kg/m³
- Muro de albañilería e=15cm: 1800 kg/m³
- Losa aligerada h=20cm: 280 kg/m²
- Piso terminado: 100 kg/m²
- Sobrecargas pasadizos: 400 kg/m² (1º, 2º piso)
- Sobrecargas azoteas: 100 kg/m²
-

Para las características del terreno y para determinar la forma de la cimentación. Según las indicaciones del EMS con fines de cimentación del laboratorio de suelos “Ingenieros Consultec HR S.A.C”. de fecha octubre de 2018.

- Peso específico: 1370Kg/m³
- Nivel freático: Encontrado (profundidad 5.20 a 5.40m)

Cimiento superficial cuadrado (para B=2.00 m)

- Capacidad portante: 0.49 Kg/cm²
- Desplante de cimiento: 2.50 m

Cimiento superficial corrido (para ancho B= 0.60 m)

- Capacidad portante: 0.65 Kg/cm²
- Desplante de cimiento: 1.20 m

Análisis Sísmico Dinámico, acorde con los requerimientos que establece la norma E. 030 Diseño Sismorresistente, establece los requisitos mínimos para la evaluación y reforzamiento de la cimentación del proyecto en investigación, tenga un apropiado desempeño sísmico con la intención de minimizar el riesgo de pérdida de vidas y pérdidas materiales, y ayudar que las estructuras primordiales puedan seguir cumpliendo su función durante y después de un sismo.

Esta normativa se aplica a la estructuración de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las estructuras e industrias construidas y reparación de las mismas, con fallas por acciones de los sismos.

6. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

- Evaluación de los cálculos estructurales de la cimentación del proyecto

- Evaluación Superestructura

En el proyecto se considera la ejecución de los módulos de administración y aulas los cuales son materia de verificación del análisis estructural; ya que se verifico en los planos, metrados y presupuesto, que en la platea de cimentación no contempla el refuerzo estructural superior. Ver figura 5 y 6.

En el informe presentado de cálculo se analizó y verifico el Bloque 02 Aulas-Aula de Laboratorio que es del Módulo de Aulas, siendo una estructura cuyo material predominante es el concreto armado, para toda la evaluación se utilizó un software de cálculo estructural, las cargas que se aplicaron fueron el peso propio de los elementos que conforman la edificación, esta carga lo computa el software por la edición de materiales, la sobrecarga se asignó a las losas entrepiso. La geometría en planta, y elevación es como se muestra a continuación a continuación. Ver figuras 7 y 8.

El objetivo principal del informe fue Analizar, Modelar y Verificar, realizando los respectivos cálculos estructurales que garanticen el adecuado comportamiento de los diversos tipos de estructuras propuestas en el proyecto, aplicando los requerimientos descritos en las normas sísmicas y de diseño en concreto armado, realizando la evaluación verificando el cumplimiento en el diseño de los elementos de acuerdo a las normas del ACI (American Concrete Institute), y evaluando el cumplimiento de los factores de ampliación indicadas en la Norma Técnica de Edificación en Concreto Armado E. 060 Peruana.

El procedimiento de la Evaluación se realizó en dos pasos:

- Se realizo un análisis de desplazamientos, en el cual se verifico los desplazamientos obtenidos en el software de cálculo estructural tomando como referencia lo que nos indica en la Norma correspondiente.

- Se procedió a realizar una verificación de esfuerzos, ya que entre los criterios de participación en la verificación estructural se encuentran las resistencias de corte, flexión, carga axial en los pórticos de la estructura.

Estado de cargas, para las cargas de peso propio se establecieron de acuerdo a lo computado por el software de cálculo estructural y se le agregó una carga de acabados de 100 kg/m². Para las cargas vivas se aplicó de acuerdo con la Tabla 3 (Cargas según tipo de edificación) que es de acuerdo a su ocupación o uso que es centros de educación, Laboratorios que es una carga de 300 kg/m².

Donde el espectro de respuesta (Análisis Sísmico), se aplicó la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E. 060, por esta razón se verificaron los siguientes parámetros: Ver figuras 9 y 10.

Factor de Zona:

- Zona 3: $Z=0.35$

Factor de Uso:

- Edificaciones Esenciales: $U=1.5$

Factor de Ampliación del Suelo (Verificado):

- Suelo Tipo S1: $T_p=0.4$ seg. $S=1.00$

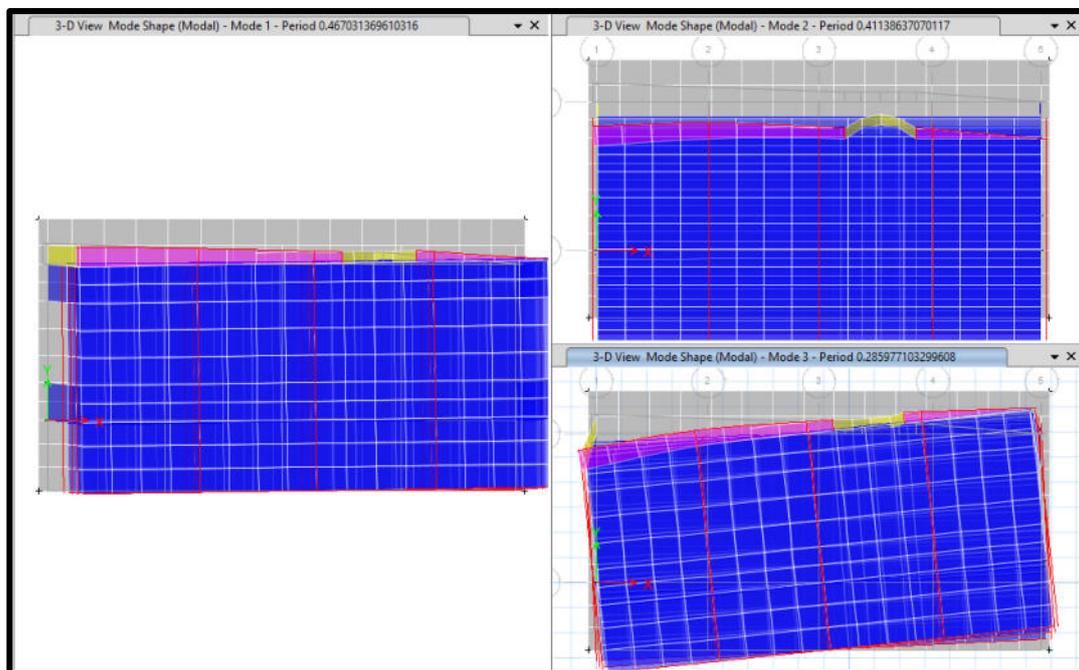
Sistema Estructural:

- Concreto Armado: Pórtico: 8
- Factores de Irregularidad (I_a y I_p): $I_a=1$; $I_p=1$
- $T=0.12$ s (evaluado)
- $C=2.5$

Respuesta Estructural: Forma de modo (Periodos): van desde 0.285 s – 0.467 s

Figura 3

Respuesta al análisis modal, formas de vibración natural de la estructura.



Nota: Elaboración propia

Tabla 1*Participación de Masa.*

Case	Mode	Periode Seg	Ux	Uy	Uz	Sum Ux	Sum Uy	Sum Uz	Rx	Ry	Rz	Sum Rx	Sum Ry	Sum Rz
Modal	1	0.467	0.6079	0.0001	0	0.6079	0.0001	0	0.0001	0.4878	0.0059	0.0342	0.5416	0.0036
Modal	2	0.411	0.0001	0.5806	0	0.608	0.5806	0	0.5325	0.0001	7.832E-06	0.4474	0.5626	0.2034
Modal	3	0.286	0.003	4.476E-05	0	0.6109	0.5807	0	1.929E-06	0.0027	0.6236	0.571	0.5774	0.8305
Modal	4	0.159	1.546E-05	0.0015	0	0.6109	0.5822	0	0.0003	0	0.0074	0.5941	0.8271	0.8416
Modal	5	0.114	0.0235	0	0	0.6344	0.5822	0	0	0.1057	0.0003	0.8096	0.8275	0.872
Modal	6	0.071	0	0.0497	0	0.6344	0.6318	0	0.0614	0	0.0001	0.8895	0.8784	0.93
Modal	7	0.054	0.0016	0	0	0.6361	0.6318	0	0	0.0003	5.943E-06	0.8896	0.8969	0.9326
Modal	8	0.053	1.287E-05	2.594E-05	0	0.6361	0.6318	0	2.992E-05	0.0001	0.0529	0.9031	0.897	0.9373
Modal	9	0.03	0	0.0042	0	0.6361	0.636	0	0.0025	0	1.677E-06	0.9031	0.897	0.9373

Nota. Elaboración propia

- Evaluación de Cimentación

Para el análisis de las cimentaciones se empleó el mismo software que para la superestructura ya que se hizo un análisis suelo – estructura, aplicando el método de elementos finitos, con un modelamiento tipo resorte en las bases de los componentes estructurales de cimentación según el resultado de módulo de balasto del suelo. Obteniendo así el diseño de la cimentación para lograr la absorción de cargas de esfuerzo de corte y flexión, realizando la verificación por punzonamiento, adherencia y anclaje. Asimismo, se verificará que se aplicó la las disposiciones del diseño sismorresistente como la Norma ACI 318-08 en su sección 21.8 Cimentaciones.

En el diseño de la cimentación se aplicó una capacidad admisible de $Q_{adm} = 0.80 \text{ kg/cm}^2$ (Ver figura 20 en anexo), obteniendo un Módulo de Winkler de 1.840 kg/cm^3 , esto se obtuvo de la Tabla de Esfuerzo Admisible versus Módulo de Balasto (Ver figura 11 en anexo), el cual formula el valor en función a la capacidad admisible del terreno.

Se procedió a las verificaciones de dimensiones, punzonamiento y esfuerzos admisibles (Ver Figuras 12, 13 y 14 en anexo); asimismo, se evaluó los momentos actuantes, distribución de refuerzos en la platea de cimentación mediante el diseño de elementos finitos de los aceros de refuerzo superiores e inferiores (Ver figuras 15, 16, 17, 18 y 19 en anexo).

Evaluando los esfuerzos Máximos Admisibles del terreno 0.738 kg/cm^2 (ver figura 14 en anexo), este se verificó que es inferior que la capacidad admisible de 0.81 kg/cm^2 por lo tanto cumple con el soporte de la edificación.

Evaluando el acero para la distribución de los refuerzos longitudinales y transversales (ver figuras 16, 17, 18 y 19 en anexo) se deberían colocar aceros de $\text{Ø}1/2''$ y $\text{Ø}5/8''$, según las cantidades indicadas en las figuras; en las áreas que marcan con color rojo se necesitaran un refuerzo estructural de $\text{Ø}1/2'' @ 0.20$, ya que requiere refuerzo por la unión de las columnas.

- Diseño de Cimentaciones y Refuerzo Estructural para Plateas de cimentación del proyecto

Para realizar el adecuado diseño de cimentaciones para el proyecto en investigación, se empleó el software de cálculo estructural, el cual emplea un análisis de elementos finitos, con un tipo de análisis suelo – estructura el cual se aplican en los apoyos un diseño tipo resorte en la base de los componentes estructurales de cimentación según el módulo de balasto del suelo. Logrando así un adecuado diseño de las cimentaciones que puedan absorber las cargas de esfuerzo de corte y flexión que ocasionan los elementos estructurales, cargas vivas y fuerzas externas realizando todas las verificaciones que se requieren para el adecuado funcionamiento de las plateas de cimentación.

Como referencia se aplicó el módulo de balasto que se determinó con la tabla de la figura 8, cual presenta los valores en función a la capacidad admisible del terreno, los cuales se determinaron gracias al estudio de mecánica de suelos (EMS), para su adecuado análisis y diseño estructural de cada Bloque de los Módulos de Administración y Aulas (Ver figura 20 en anexo).

Para el respectivo análisis y diseño de las diferentes cimentaciones se comprobarán por bloques.

- **MÓDULO DE AULAS**

Bloque 01 – Escaleras, primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 21 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 22 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea (ver figura 23 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 24, 25, 26 y 27 en anexo).

Bloque 02 – Laboratorio, primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 28 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 29 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea (ver figura 30); para que finalmente se determinara la distribución del

acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 31, 32, 33 y 34 en anexo).

Bloque 03 – Aulas-Escaleras-SS.HH., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 35 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 36 en anexo); posteriormente se realizó la verificación de esfuerzos admisibles en el suelo del terreno de la (ver figura 37 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 38, 39, 40 y 41 en anexo).

Bloque 04 – Auditorio., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 42); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 43); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea (ver figura 44 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 45, 46, 47 y 48 en anexo).

Bloque 05 – Ascensor, primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 49 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo (ver figura 50 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 51, 52, 53 y 54 en anexo).

- **MÓDULO DE AULAS**

Bloque 01 – Administración., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 55 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 56 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea (ver figura 57); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 58, 59, 60 y 61 en anexo).

Bloque 02 – Administración., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 62 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 63 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea (ver figura 64 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación (Ver figuras 65 y 66 en anexo).

- OBRAS EXTERIORES

Bloque 01 – Puente Peatonal., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 67 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento (Ver figura 68 en anexo); posteriormente se realizó la verificación de esfuerzos admisibles en el suelo del terreno de la zapata combinada (ver figura 69 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la zapata combinada (Ver figuras 70, 71, 72 y 73 en anexo).

Para la sobre - losa de concreto se determinó un espesor de 15 centímetros de hormigón armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, asimismo, teniendo en cuenta que el concreto ya vaciado necesita adherencia con el nuevo, se aplicó el aditivo líquido adhesivo epóxico y el uso de conectores de corte, para que no se desplacen en un movimiento sísmico.

Para la determinación del cálculo de los conectores de corte se aplicó la Norma E. 090, artículo 9.5.2. Fuerza de Corte Horizontal, Diseño Estructural en Acero – Capítulo Conectores de Corte – Luis F. Zapata Baglietto; se determinaron los momentos resultantes mediante el software de cálculo estructural, y se realizaron los cálculos de los ejes “x” e “y” respectivamente de los Bloques 01 _ Aulas-Escalera y Bloque 02 _ Aulas-Laboratorio.

- Factibilidad técnica - operativa

- Factibilidad técnica

En el proyecto en investigación, para el diseño y reforzamiento de las cimentaciones en cuanto a los componentes estructurales de platea cimentación, se realizará en la “Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, provincia de Tayacaja, distrito de Ahuaycha, región Huancavelica, Perú”.

En la figura 90 se presenta la ubicación geográfica del proyecto, que tiene sus respectivas coordenadas en UTM WGS84 8629180 m N; 512300 m E.

- Factibilidad operativa

En el estudio de factibilidad operativa se mencionan los procesos tácticos, de diseño y reforzamiento de las cimentaciones de los distintos bloques que conforman los módulos de Administración y Aulas, estando en el capítulo de propuesta de solución.

- Equipos y Softwares necesarios para el diseño y reforzamiento de la cimentación

Según la investigación que se realizó para el desarrollo de los cálculos matemáticos respectivos para el diseño y el respectivo reforzamiento de las cimentaciones, se necesita el equipo electrónico adecuado para soportar los diversos softwares que se requieren para los análisis de los diferentes bloques de estructurales, como son los programas de Cálculo Estructural, de Dibujo y de documentación.

Software de Cálculo Estructural, en el programa que se utilizó, este permite el ingreso de datos de los espectros de sismo, así como los datos de tiempo historia de los movimientos sísmicos, para así cumplir con las normas y requerimientos que la edificación necesite. El software también evalúa la condición de los componentes estructurales de la edificación, exponiéndola a movimientos sísmicos, para así poder determinar fallas y puede indicar el posterior estado de la misma. Este software tiene diversas plantillas para todo tipo de cálculos estructurales de edificaciones y diseño de estructuras, te permite visualizar la estructura en una vista 3D para mejor determinación de los componentes estructurales, y al final te permite saber si el diseño final es el adecuado para el soporte sismorresistente de la estructura o se necesita reforzar la misma.

Software para dibujo, este programa te permite el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Ya que te permite la visualización del diseño en 2D y en 3D, en vista de que tiene una interfaz sencilla y fácil de manejar.

Software de documentación, se utilizó un software de construcción y editor de documentos en una computadora, ya que esta cuenta con un corrector ortográfico, contador de palabras y de páginas, y muchas otras opciones más que ayudan a la creación de documentos aptos para informes estructurales.

- Factibilidad económica

Para determinar una adecuada factibilidad económica para el diseño y reforzamiento del proyecto en investigación, se debe analizar las inversiones iniciales de la empresa y futuros ingresos, para saber si la realización de los cálculos matemáticos por la misma empresa es factible.

Inversión Fija, para este punto se determinó todos los gastos que genero la implementación de los equipos de remodelación de las oficinas, además se sumaran los gastos de equipos técnicos. Ver tabla 4.

Capital de trabajo, dado que en todo el año se podría determinar la realización de diseños o reforzamientos estructurales de todo tipo de edificaciones, se hace determinante el incluir los gastos de los trabajadores, insumos varios y alquiler total. Ver tabla 5.

Inversión total, la inversión total para realizar los cálculos matemáticos, es la suma de S/. 15,000.00 nuevos soles. Como se indica en la tabla 6.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el proyecto que se evaluó y diseño el refuerzo para la cimentación de los distintos bloques de los módulos de administración y aulas, se vieron las deficiencias en los cálculos presentados en el expediente técnico.

Para un adecuado diseño sismorresistente de la cimentación de una edificación, se tiene que tener los siguientes criterios:

- La cimentación debe de tener un esfuerzo inferior a la capacidad portante del suelo.
- En el análisis por punzonamiento se debe tener un peralte de la platea no menor a 60 cm.
- Frente a un movimiento sísmico, la edificación debe de soportar esta, para así poder salvaguardar a las personas que habitan esta.

Para el diseño de las cimentaciones se obtuvieron los siguientes resultados en los diferentes bloques que conforman los módulos de administración y aulas.

- **MÓDULO DE AULAS**

Bloque 01 – Escaleras, primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 21 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.444 a 0.647 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 22 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.795 kg/cm^2 el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.73 kg/cm^2 en consecuencia cumple el diseño (ver figura 23 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” $\text{Ø}1/2'' @ 0.20$, Eje “y” $\text{Ø}1/2'' @ 0.20$; Acero de refuerzo inferior Eje “x” $\text{Ø}5/8'' @ 0.20$, Eje “y” $\text{Ø}5/8'' @ 0.20$. Observándose que en la zona de mayor refuerzo que nos indica el software de cálculo estructural es despreciable ya que el valor

numérico que nos indica va de 0.04 a 0.18 cm² siendo estos valores despreciables (Ver figuras 24, 25, 26 y 27 en anexo).

Bloque 02 – Laboratorio, primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 28); luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.287 a 0.495 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 29 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.316 kg/cm² el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.32 kg/cm² en consecuencia cumple el diseño (ver figura 30 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” Ø1/2” @ 0.20, Eje “y” Ø1/2” @ 0.20; Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose que en la zona de mayor refuerzo que nos indica el software de cálculo estructural es despreciable ya que el valor numérico que nos indica va de 0.038 a 0.18 cm² siendo estos valores despreciables (Ver figuras 31, 32, 33 y 34 en anexo).

Bloque 03 – Aulas-Escaleras-SS.HH., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 35 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.171 a 0.47 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 36 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.673 kg/cm² el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.58 kg/cm² en consecuencia cumple el diseño (ver figura 37 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” Ø1/2” @ 0.20, Eje “y” Ø1/2” @ 0.20; Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose

que en la zona de mayor refuerzo que nos indica el software de cálculo estructural es despreciable ya que el valor numérico que nos indica va de 0.241 a 0.18 cm² siendo estos valores despreciables (Ver figuras 38, 39, 40 y 41).

Bloque 04 – Auditorio., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 42 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.280 a 0.418 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 43 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.589 kg/cm² el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.77 kg/cm² en consecuencia cumple el diseño (ver figura 44); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” Ø1/2” @ 0.20, Eje “y” Ø1/2” @ 0.20; Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose que en la zona de mayor refuerzo que nos indica el software de cálculo estructural es despreciable ya que el valor numérico que nos indica va de 0.0025 a 0.127 cm² siendo estos valores despreciables (Ver figuras 45, 46, 47 y 48 en anexo).

Bloque 05 – Ascensor., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 49 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.477 kg/cm² el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.39 kg/cm² en consecuencia cumple el diseño (ver figura 50 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” Ø1/2” @ 0.20, Eje “y” Ø1/2” @ 0.20; Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose que en la zona de mayor refuerzo que nos indica el software de cálculo estructural es despreciable ya que el valor numérico que nos indica va de

0.0007 a 0.0078 cm² siendo estos valores despreciables (Ver figuras 51, 52, 53 y 54 en anexo).

- **MÓDULO DE AULAS**

Bloque 01 – Administración., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 55); en anexo luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.12 a 0.991 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 56 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.531 kg/cm² el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.40 kg/cm² en consecuencia cumple el diseño (ver figura 57 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” Ø1/2” @ 0.20, Eje “y” Ø1/2” @ 0.20; Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose que, en la zona de mayor refuerzo, se hará un reforzamiento de acero en la parte del ascensor con Ø1/2” @ 0.20 (Ver figuras 58, 59, 60 y 61 en anexo).

Bloque 02 – Administración., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 62 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.15 a 0.599 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 63 en anexo); posteriormente se efectuó la verificación de esfuerzos admisibles en el terreno donde se construyó la platea siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.428 kg/cm² el cual es menor que la capacidad admisible que es 1.36 kg/cm² en consecuencia cumple el diseño (ver figura 64 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la platea de cimentación el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose que, en la zona de mayor

refuerzo, se hará un reforzamiento de acero en la parte del ascensor con Ø1/2” @ 0.20 (Ver figuras 65 y 66 en anexo).

- OBRAS DE EXTERIORES

Bloque 01 – Puente Peatonal., primero se determinaron las dimensiones de la platea de cimentación (ver figura 67 en anexo); luego se determinó la verificación por punzonamiento el cual nos dio resultados favorables los cuales están en un parámetro de 0.258 a 0.374 siendo menores a 1 unidad (Ver figura 68 en anexo); posteriormente se realizó la verificación de esfuerzos admisibles en el suelo del terreno de la zapata combinada siendo el resultado máximo admisible del terreno 0.524 kg/cm^2 el cual es menor que la capacidad admisible que es 0.81 kg/cm^2 en consecuencia cumple el diseño (ver figura 69 en anexo); para que finalmente se determinara la distribución del acero de refuerzo superior e inferior de la zapata combinada el cual nos dio por un diseño de elementos finitos en ambas direcciones siendo los resultados de: Acero de refuerzo superior Eje “x” Ø1/2” @ 0.20, Eje “y” Ø1/2” @ 0.20; Acero de refuerzo inferior Eje “x” Ø5/8” @ 0.20, Eje “y” Ø5/8” @ 0.20. Observándose que, en la zona de mayor refuerzo, se hará un reforzamiento de acero en la parte del ascensor con Ø1/2” @ 0.20 (Ver figuras 70, 71, 72 y 73 en anexo).

Para la sobre - losa de concreto se determinó un espesor de 15 centímetros de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, asimismo, teniendo en cuenta que el concreto ya vaciado necesita adherencia con el nuevo, se aplicó el aditivo líquido adhesivo epóxico y el uso de conectores de corte, para que no se desplacen en un movimiento sísmico.

Para la determinación del cálculo de los conectores de corte se aplicó la Norma E. 090, artículo 9.5.2. Fuerza de Corte Horizontal, Diseño Estructural en Acero – Capítulo Conectores de Corte – Luis F. Zapata Baglietto; se determinaron los momentos resultantes mediante el software de cálculo estructural, y se realizaron los cálculos de los ejes “x” e “y” respectivamente de los Bloques 01 _ Aulas-Escalera y Bloque 02 _ Aulas-Laboratorio.

Bloque 01 _ Aulas-Escalera, realizado el cálculo de los conectores de corte en el eje “y”, da como resultado el uso de 11 varillas de acero corrugado de Ø5/8” con una medida de 0.35m

de longitud, con un espaciamiento de 0.30m. En el eje “x”, da como resultado el uso de 16 varillas de acero corrugado de Ø5/8” con una medida de 0.35m de longitud, con un espaciamiento de 0.10 metros. (Ver figuras 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 y 83 en anexo)

Bloque 02_Aulas-Laboratorio, realizado el cálculo de los conectores de corte en el eje “y”, da como resultado el uso de 16 varillas de acero corrugado de Ø5/8” con una medida de 0.35 metros de longitud, con un espaciamiento de 0.10 metros. En el eje “x”, da como resultado el uso de 14 varillas de acero corrugado de Ø5/8” con una medida de 0.35m de longitud, con un espaciamiento de 0.20 metros. (Ver figuras 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 88 y 89 en anexo)

- Análisis Costos – beneficio

Ingreso del proyecto, de los trabajos para la realización de cálculos estructurales, se realizan al año un total de 2 cálculos de diseño y reforzamiento los cuales el costo por cada uno varía entre los 20000 a 40000 soles, un escenario positivo para este supuesto la empresa deberá realizar 2 cálculos que se tiene un VAN positivo de 37,486.32 soles, para una proyección de un año. Dicho esto, la empresa tendrá una ganancia neta de 22,486.32 soles en primer año siendo las futuras ganancias un costo neto por cada calculo estructural.

Para un escenario negativo, se verían haber realizado 1 cálculos estructurales anuales, teniendo este un VAN positivo de 21,160.36 soles anuales. La empresa tendrá una ganancia de 6,160.36 soles. El VAN es mayor a 1 por lo que la empresa se considera rentable.

Por consiguiente, se definen los beneficios e impactos derivados por la inversión de coste general de gastos de estudio e implementación de equipos, se obtienen para cada año ganancias ya sea en un escenario positivo o negativo.

Con lo expuesto, se ha querido hacer un aporte a los diseños estructurales, fundamentados en los datos que se obtuvieron a lo ya mencionado. No se pretende detener el tema, por lo contrario, se insiste en la necesidad de continuar estudiando y profundizando los detalles de diseño estructural y refuerzo estructural para una mejor calidad de diseño y realización de proyectos.

8. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Una forma eficiente de determinar cuánto es el desarrollo de una persona es establecer el impacto en nuestro entorno y a la sociedad. Según los escritos, debe desempeñar un papel más significativo en la población para su desarrollo y mejora, por consiguiente, la postura del ingeniero incide de forma positiva a la sociedad en un gran porcentaje de acuerdo a la labor realizada después de apreciar los distintos problemas de su entorno laboral y social.

Como ya se elaboraron los artículos posteriores, se da a conocer el enlace entre el sentido de aporte y el sentido de pertenencia. Este último va más al sentimiento de los empleados y trabajadores, pero más aun al esfuerzo de la empresa para fomentar este sentimiento. Un buen entorno laboral, ayuda a que los trabajadores no se estresen con la carga laboral y no se saturen con esta, ayuda a evitar estos problemas un buen sentimiento de contribución que todo trabajador debe de tener frente a cualquier empresa, debe tener este sentido de contribución muy arraigado en su trabajo por ende nos enfocaremos a este último punto la contribución.

Para la contribución a la empresa, fue llevado a cabo, el control de las construcciones de la cimentación de los bloques que integran los módulos de administración y aulas, mediante la observación del control de planos y diseño, en campo, se veía que en la ejecución de las partidas que se integraron después de los cálculos estructurales para cimentación, se realizaron de una adecuada manera ya que se practicaron diferentes técnicas que permitían la educada integración de los componentes estructurales, es importante mencionar que las construcciones se realizaban las partidas mediante la guía de un maestro de obra, dado estos puntos mencionados se permitió alcanzar un trabajo profesional destacable que brinda un enorme aporte, ya que en el proyecto en mención se notó la escases de buenos diseños estructurales.

El aporte en el área de desarrollo, el aporte más sobresaliente fue la implementación para los cálculos matemáticos de refuerzos estructurales ya que se procuró que el diseño estructural sea más eficiente y este más acorde con la realidad. Asimismo, se planteó una mejora en el proceso ya que se dejó plantillas fáciles e intuitivas de analizar para los posteriores cálculos y reforzamientos estructurales, ya que con estos se realizarán con menos tiempo de

elaboración y mejor planteo de los diferentes elementos estructurales, y con esto se verá un mejor rendimiento en las edificaciones construidas.

En este trabajo destinado a la evaluación y diseño de reforzamiento de cimentaciones, se realizaron revisiones estructurales de los diferentes bloques, para determinación del mejor sistema de reforzamiento estructural dado las características de las construcciones.

9. CONCLUSIONES

Evaluar y elaborar un diseño de reforzamiento estructural en el proyecto creación del servicio de educación superior de la escuela profesional de enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021. Según el autor Lara (2018) define que, la evaluación estructural como una verificación cuantitativa de la aptitud estructural de una edificación ante fuerzas sísmicas. Además, menciona que uno de los procedimientos más utilizados en los últimos años es el desempeño sísmico ya que esta evidencia y cuantifica los daños. Además, Javier (2021) determinó la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las I.E. públicas de Carhuaz – Ancash. En la actualidad, en el país tiene una dificultad referente a edificaciones de instituciones educativas ya que en la mayoría estas presentan déficit estructural, además se sabe que la mayoría de estas tienen un mal criterio y diseño estructural. Por ese motivo, se llevó a cabo una investigación correlacional a través de un diseño no experimental, ya que se tomaron los datos mediante la recopilación de datos de las técnicas documentales; textuales, bibliográficas y de la observación directa, ya que los resultados se obtuvieron en campo. Con el propósito de determinar los procesos en la investigación y adquirir los resultados aprobatorios para su investigación. Por lo tanto, se concluyó que para un adecuado refuerzo estructural se tiene que tener en cuenta una óptima realización de la evaluación estructural, ya que de esta depende el elegir la mejor opción del refuerzo, en la evaluación de las cimentaciones del proyecto se observó que en las plateas de cimentación los diámetros de las varillas del Proyecto se consideran adecuados en la parte de la malla del acero de refuerzo estructural en la parte inferior. Sin embargo, no se consideran los aceros de refuerzo en la malla superior, sabiendo que dicha estructura trabaja a tracción por ende trabaja con momentos negativos y positivos, sabiendo esto se necesita un refuerzo estructural de malla superior para el trabajo de momentos negativos y malla inferior para momentos positivos, condiciones de la Norma E.060.

Evaluar los resultados del análisis estructural en las cimentaciones en el proyecto creación del servicio de educación superior de la escuela profesional de enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021. Según el autor Paucar (2021) define el análisis estructural como los esfuerzos y deformaciones que es sometida la edificación, este análisis se determina en un software de cálculo estructural. Además, Amaguay (2022), realizó un análisis estructural a una edificación de departamentos ubicado en la parroquia de la Magdalena, cantón Quito. La edificación de departamentos, ubicado en el Barrio de La Magdalena, denota fallas estructurales

que son: asentamientos diferenciales, grietas en muros y ventanas, discontinuidad de columnas, deflexión en losas, dimensiones y armado de elementos estructurales que no cumplen con las especificaciones mínimas reglamentarias, ya que se construyó sin la realización de estudios y sin el diseño estructural adecuado y avalado por un profesional especialista y esta presenta una condición peligrosa, ya que la estructura es propensa a colapsar con un movimiento sísmico, y esta afectaría a los habitantes del edificio y también a las estructuras aledañas. Por esa razón en este proyecto técnico tiene como prioridad fundamental realizar los estudios que permitan reducir su falencia estructural de la edificación en estudio, la metodología que se utilizó para poder intervenir en la estructura de estudio finalizar con la propuesta de reforzamiento estructural para poder solucionar las fallas estructurales que presenta dicha edificación y mejorar la resistencia estructural frente a los movimientos sísmicos. Por consiguiente, se concluyó que la estructura con respecto al análisis estructural presentan deficiencias en el proceso ya que se modificaron las capacidades admisibles del terreno ya que en el expediente técnico se obtuvo una capacidad muy baja de 0.49 kg/cm^2 , por otro lado con se vio en los cálculos del expediente que no se utilizó un análisis independiente que separa la superestructura en un análisis y la cimentaciones en otra, esto se cambió en este análisis ya que se empleó un análisis suelo – estructura para una adecuada interacción de la capacidad portante con las cargas resultantes de la estructura, este análisis permite ver de manera más realista a la edificación frente a un movimiento sísmico.

Determinar la propuesta de diseño de las cimentaciones en el proyecto creación del servicio de educación superior de la escuela profesional de enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021. Según el ACI (2017) define que, el diseño estructural como la mención de la limitación de diseño los cuales se fuerzan para prevenir los posibles colapsos en un futuro. Por consiguiente, los autores Estrada y Yoplac (2019), realizó una evaluación técnica y de costos de refuerzo estructural en vigas con fibras de carbono en una vivienda multifamiliar Huaraz Breña. Hoy En día la implementación de la técnica de refuerzo estructural con fibra de carbono es una de las mejores opciones técnicas y económicamente propuestas como procedimiento para un refuerzo estructural en elementos horizontales de concreto armado de edificios. En consecuencia, aplico una investigación con un método de enfoque mixto mediante una investigación de tipo no experimental. Ya que la información fue tomada de la revisión de normas actuales acerca de las técnicas de refuerzo estructural con fibra de carbono, según lo determinado en la normativa ACI 440.2R-08, E.020, E.030, E. 060; y con conformidad con la

información obtenida se determinaron las variables, para el análisis. En consecuencia, se concluyó que, para el diseño de las cimentaciones (plateas de cimentación) se agregaron las mallas superiores de acero de refuerzo de $\varnothing 1/2''$ en ambas direcciones y con el espaciamiento según indica en el capítulo Análisis de Resultados, también con respecto a la platea de cimentación del bloque 01_Administración, en el análisis por punzonamiento se vio que el peralte de la platea no era el adecuado por ende se le agrego 10 cm.

Determinar el diseño de reforzamiento estructural de las cimentaciones en el proyecto creación del servicio de educación superior de la escuela profesional de enfermería de la UNAT, provincia de Tayacaja – 2021. El autor Soto (2008) determina que el reforzamiento estructural es toda actividad para aumentar el desempeño estructural de los componentes de la estructura por encima del desempeño que mostraba inicialmente. Rojas y Tito (2018), obtuvo el diseño del refuerzo estructural del pabellón C en la Institución Educativa N°629-6034 - Carbonell, en estos últimos años hubo un progreso con referencia en lo referente al esquema estructural de las edificaciones de las instituciones educativas, sin embargo, en la actualidad muchas construcciones de instituciones educativas siguen pasando por alto las fallas antes comentadas por consiguiente es de suma importancia adaptar las edificaciones a la norma vigente de sismoresistencia, en este sentido se debe llevar a cabo un adecuado calculo estructural, esto permitirá saber la deficiencia con respecto al comportamiento estructural de la edificación y el adecuado sistema de reforzamiento estructural que se debe emplear. Por esa razón, se realizó una investigación de tipo aplicativo ya que se aplicó los conocimientos teóricos practicando el adecuado análisis y reforzamiento estructural en la institución educativa en el pabellón en cuestión y teniendo un nivel de investigación descriptiva ya que a través del cálculo estructural se podrá modelar y diseñar la estructura existente en gabinete y obtener su desempeño ante las cargas producidas por elementos estructurales, también tiene un diseño no experimental porque no se manipulo ninguna información y variables. Por consiguiente se obtuvieron los resultados, que aunque no se utilizó el análisis de cálculo elástico no lineal, si se realizó el reforzamiento y se analizó la edificación para que trabajara ante un sismo según los parámetros en las normas E. 030 y E. 070, igualmente se obtuvo los resultados de desplazamientos, derivas, etc., también adquirido el desempeño de la edificación ante las combinaciones de carga reglamentadas en el RNE, lo que dio como resultado los esfuerzos actuantes de la estructura. Además, se adquirió en resultados numéricos los modos de vibración de la edificación y demás resultados para poder determinar la resistencia de los componentes de la estructura. En conclusión, al llevar a cabo el

análisis dinámico sísmico se pasó a determinar si la resistencia estructural de los componentes que soportaran las cargas actuantes de la edificación. Por lo tanto, para el refuerzo estructural se aumentó una sección de 0.15 m. de hormigón armado de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, con un acero de refuerzo estructural de $\text{Ø}1/2'' @ 0.20\text{m}$ ambas direcciones, para la sobre - losa de la Platea de Cimentación, ya que el acero es insuficiente según lo presentado en los análisis respectivos antes mencionados, la cual implica en reforzar la Platea de Cimentación aumentando el espesor del componente estructural, para así prevenir de esta manera deflexiones excesivas que conlleve a la falla del elemento, y el acero de refuerzo estructural incorporado ayuda con los esfuerzos de flexión, asimismo para asegurar una unión correcta de concreto fresco con concreto endurecido se utilizara un adhesivo epóxico, se utilizaran conectores de corte para controlar los desplazamientos que puede ocasionar un sismo y así evitar el corte horizontal entre las dos estructuras.

10. RECOMENDACIONES

Para una adecuada evaluación se recomienda un recálculo estructural de todos los Bloques de Aulas y Administración para así poder determinar los diseños óptimos de refuerzo estructural en todos los elementos estructurales que componen la edificación. Se recomienda modificar el diseño estructural de las cimentaciones ya que presentan un déficit en lo que respecta a acero de refuerzo estructural, ya que estas contaban con una sola malla inferior de acero en ambas direcciones.

Se recomienda para el reforzamiento de la platea de cimentación de los Bloques 01 (Escalera) y Bloque 02 (laboratorio) del módulo de aulas, es necesario un cambio en los datos con referencia al tipo de suelo en los espectros de respuesta ya que la capacidad admisible del suelo cambió.

Se recomienda realizar un adecuado diseño estructural y predimensionado de los componentes de la superestructura de los diferentes bloques que componen los módulos de administración y aulas, ya que estos presentan un déficit en la verificación de los módulos de vibración, ya que presentan giro en los dos primeros modos, esto hace que al momento de que ocurra un sismo, la estructura tenga un movimiento inadecuado frente a esta y los elementos estructurales fallen antes de tiempo.

Para los próximos diseños de refuerzo estructural se recomienda sacar los respectivos ensayos de diamantina de concreto, para determinar la fuerza a compresión de los diferentes elementos y así poder determinar de mejor manera la técnica de reforzamiento estructural.

Evaluar el reforzamiento estructural con problemas en cimentaciones, sería oportuno proceder a realizar estudios en los lugares que tengan este tipo de problemas, y posteriormente cuando se tengan ya detectadas fijar esas edificaciones en emergencia para plantear e investigar las soluciones adecuadas para las fallas.

11. REFERENCIAS

- Amaguay, B. L. E. (2022). *Evaluación y reforzamiento estructural, incorporando mampostería enchapada y alternativa para el mejoramiento de suelo o refuerzo de cimentación de una edificación que presenta asentamientos diferenciales*. [Universidad Politécnica Salesiana]. En *Universidad Politécnica Salesiana*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>
- Arana, A. J. R. (2018). “*Propuesta de reforzamiento estructural para devolverle la funcionalidad al pabellón P-3 de la institución educativa Santa Fortunata en el distrito de Moquegua*”. Universidad José Carlos Mariátegui.
- Ascurra, C. P. & Muriel, O. Á. J. (2019). *Propuesta de reforzamiento integral de un Edificio Comercial de 2 pisos con ampliación a 5 pisos en la ciudad de Lima-San Martín de Porres: comparando un recalce convencional de un no convencional*. [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. En *Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/650329/Ascurra_CP.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrenechea, R. R. E. (2021). *Estudio y propuesta de reforzamiento estructural de la cimentación y torre metálica de 50 m de altura para uso en telecomunicaciones, departamento de Áncash, 2019*. [Universidad Privada del Norte]. En *Universidad Privada del Norte*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10078>
- Belizario, P. C. F. (2017). *Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación*. [Universidad Nacional del Centro del Perú].
- Benigno, M. E. & Gamarra, G. S. V. B. (2018). Evaluación estructural para el reforzamiento de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada del Jr. Lausonias cuadra 4, San Juan de Lurigancho, 2018. [Universidad Cesar Vallejo]. En *UCV*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/10078>
- Blanco, B. A. (2005). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Princliness E.I.R.L.
- Borja, E. L. F. & Torres, T. M. J. (2015). Diseño del reforzamiento estructural de un edificio de departamento de 4 plantas ubicado en el sector Quitumbe, ciudad de Quito, provincia de Pichincha” [Escuela Politécnica Nacional]. En *Escuela Politécnica Nacional*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11859>

- Broncano, H. D. G. (2021). *Verificación estructural de la cimentación de la torre de transferencia N°02 del proyecto Matarani*". [Universidad Nacional de Ingeniería].
- Córdova, S. K. S., Gómez, V. H. J., Huamantumba, J. R. & Sarmiento, G. F. J. (2021). *Análisis y diseño de dos propuestas de reforzamiento para columnas y vigas de la I.E. Julio Cesar Tello en Ica – Pisco*. [Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://bit.ly/37iCCuk>
- Cornejo, T. L. H. (2013). *Evaluación Y Reforzamiento Estructural Del Edificio Ex Hotel presidente*". [Universidad Católica de Santa María].
- Cueva, S. C. J. & Huamanchumo, J. C. S. (2022). *Evaluación estructural de la edificación esencial I.E N°10133-Mochumí, mediante el análisis estático no lineal Pushover*. [Universidad Tecnológica del Perú].
- Cusi, M. H. M. (2022). *Evaluación y comportamiento estructural de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles ubicado en el sector Viñani II, Tacna 2022*. [Universidad Privada de Tacna]. En *Universidad Privada de Tacna*. <http://www.upt.edu.pe/upt/web/home/contenido/100000000/65519409>
- Díaz, C. J. M. (2020). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica y diseño del reforzamiento estructural del pabellón principal en el Instituto San Pedro de Mala, 2020*. [Universidad César Vallejo]. En *Universidad Cesar Vallejo*. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espada, C. S. M., & Mego, F. A. S. (2020). Procedimiento para una evaluación estructural en una vivienda de concreto armado. [Pontificia Universidad Católica del Perú]. En *Repositorio de Tesis - PUCP*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18371>
- Estrada, A. K. P., & Vivanco, P. N. A. (2019). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito-Ecuador*. [Escuela Politécnica Nacional].
- Estrada, S. M. A., & Yoplac, C J. (2019). *Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz Breña - Lima 2019*. [Universidad Ricardo Palma]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2597>

- Javier, R. F. M. (2021). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural de las instituciones educativas públicas del distrito de Carhuaz, Áncash. [Universidad Cesar Vallejo].
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Manitio, C. G. J., & Vásquez, V. S. B. (2013). Estudio de vulnerabilidad y reforzamiento estructural de un inmueble patrimonial del distrito metropolitano de Quito. [Escuela Politécnica Nacional]. En *Escuela Politécnica Nacional*.
<file:///C:/Users/HOGAR/Downloads/CD-2042.pdf>
- Orderique, P. C. A. (2019). *Evaluación estructural aplicando el método de índices de vulnerabilidad en la I.E. Santa Lucía, Provincia Ferreñafe – Región Lambayeque*. [Universidad César Vallejo].
- Oviedo, G. G. A. (2022). *Mejora del desempeño sísmico mediante el uso de encamisado de elementos estructurales en el pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de La Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa*. [Universidad Continental].
- Paucar, P. J. R. (2021). *Evaluación y ampliación estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en la ciudad de Huancayo* [Universidad Peruana Los Andes]. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>
- Rojas, R. J. F. & Tito, A. S. M. (2018). *Diseño del reforzamiento estructural del pabellón C en la I.E. N°629-6034 Carbonell, San Juan de Miraflores, Lima, 2018*. [En Universidad César Vallejo]
- Sika, J (2017). *Reforzamiento de Estructuras de concreto - Técnicas y Materiales* (Vol. 272). <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/c5fbb55d-9240-3b09-9eee-edf695806345/Reforzamiento Estructuras 2017.pdf>
- Wael, B. S. (2016). *Evaluación del comportamiento sismorresistente en edificaciones con pasillos continuos a lo largo de la cara frontal de la estructura*. [Universidad Católica Andrés Bello].

ANEXOS

Tabla 2
Tecnología Constructiva de las Edificaciones

Tecnología Constructiva - Ambientes Pedagógicos	
Cimientos corridos	Concreto ciclópeo C:H-1:10 + 30% P.G.
Sobrecimientos	Concreto ciclópeo C:H-1:8 + 25% P.M.
Platea de cimentación	Concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ + refuerzo de acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$
Columnas	Concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ + refuerzo de acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$
Vigas	Concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ + refuerzo de acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ y vigas de perfiles de aluminio en cobertura transparente.
Cobertura	Losa aligerada $e= 25 \text{ cm}$, con ladrillos de $30 \times 30 \times 20 \text{ cm}$, armada en una dirección, $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ + refuerzo de acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$.
Muros portantes y confinados	Ladrillo industrial tipo IV, con mortero 1:4 y espesor de juntas de 1.5 cm como máximo
Falso piso	Concreto ciclópeo C: H-1:12 E=4".
Muros de Tabiquería	Ladrillo industrial tipo IV, con mortero 1:4 y espesor de juntas de 1.5 cm como máximo
Pisos	En Laboratorios, Porcelanico 59x59 cm crystal white smart tile pleno En biblioteca, porcelanico pandora smart tile 59x59 cm marmolizado En las aulas con porcelanato milan 60x60 monalisa griss Baño para hombre, porcelánico gres 60x60 granillado esmaltado Auditorio, cemento pulido. Area administrativa, piso cerámico kaet natural 50x50 mate
Contra zócalos	En laboratorios, porcelanico crystal white smart tile pleno En biblioteca, porcelanico pandora smart tile marmolizado En las aulas con porcelanato milan monalisa griss

		Baño para hombre, porcelánico gres granillado esmaltado
		Área administrativa, piso cerámico kaet natural mate
Arquitectura	Zócalos sshh	En servicios higiénicos, con porcelánico gres granillado esmaltado
	Enchapados	Cerámico liso 20x30cm, mesa de trabajo de Laboratorios.
	Muros	Tarrajeado los muros interiores y exteriores, con C:A - 1:5 E=2.00 cm y pintado con pintura látex lavable.
	Carpintería	Las puertas son apaneladas de madera tornillo y los interiores son madera contraplacada. Las ventanas con marco de aluminio y vidrio templado 6 mm. Las divisiones de ambientes en área administrativa con perfiles de aluminio y vidrio templado 6 mm.
	Cielorraso	En servicios higiénicos, depósitos y Laboratorios con C:A - 1:5 E=2.00 cm y pintado con pintura látex lavable. En el SUM, aula y área administrativa con cielorraso suspendido con perfiles metálicos y baldosas termo acústicas.
	Pintura	La pintura Interior y exterior con látex lavable.
Instalación Eléctrica	Canalización y/o tuberías	Las tuberías interiores de PVC SAP 3/4"- 4", empotrados en las losas y muros. Con salidas en cajas o tablero.
	Conductores	Son cables eléctricos LSOH, 2.5mm ² para interruptores, 2.5mm ² para centros de luz y 4mm ² tomacorrientes. 6mm ² para alimentación a los tableros (tierra) 10mm ² alimentación sub tableros, 16 mm ² alimentación de ST, 25mm ² alimentación de sub tableros de ascensores.
	Artefactos de iluminación	Fluorescentes circulares y rectos de 18, 24 y 40 watts.

	Llaves de seguridad en tableros	Medidor eléctrico, cajas con termo magnéticos.
	Otros	Sistema pozo a tierra para tablero general y sub tableros, y sistema de para rayo.
	Sistema de desagüe	Las redes de derivación de pvc sal 2", redes colectoras pvc sal 4", unidos mediante accesorios y cajas de inspección, para desembocar a la red pública.
Instalación Sanitaria	Sistema de agua fría	El sistema de agua, con redes de alimentación de pvc sap 1" y redes de distribución de pvc sap 1/2", llaves de paso que controlan a los ingresos de los ambientes y sistema de tanque cisterna para la red de agua fría, el cual funcionará con sistema hidroneumático
	Drenaje pluvial	Las redes de recolección, que inician en las vigas canal hasta las cunetas son de pvc sal 3".
Señalizaciones	El sistema planteado busca tener una adecuada disposición de la señalización, acorde con los flujos y actividades a realizarse en el centro, esto identificara los distintos servicios, zonas y ambientes del establecimiento.	
	Las señales orientativas deben estar ubicadas en lugares públicos estratégicos, de modo que sean visibles y conduzcan al usuario de manera correcta a los diferentes servicios y zonas seguras.	
	El sistema presenta los siguientes elementos como códigos de comunicación visual: La tipografía de iconos La simbología de seguridad.	

Nota. Memoria Descriptiva del Proyecto (2021)

Tabla 3

Cargas según tipo de edificación

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)

Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)
Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos movibles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)

Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y computación	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Nota. NTP E.020 (2019)

Tabla 4

Inversión Fija (en soles)

Concepto		Cantidad	Precio/Und	Precio Total
Obra civil	Remodelación	1	0.00	0.00
Muebles	Silla	1	450.00	450.00
	Escritorio	1	750.00	750.00
Equipos	Computadora	1	1499.00	1499.00
	Impresora	1	325.00	325.00
	Plotter	1	1676.00	1676.00
	Total			4700.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 5

Capital de trabajo por mes (en soles)

Concepto		Cantidad	Precio/Und	Precio Total
Insumos	Gastos Agua	1	150.00	150.00
	Gastos	1	350.00	350.00
	Electricidad			
	Alquiler de	1	300.00	300.00
	Local			

Equipos	Asistente de Especialista Estructurista	1	2500.00	2500.00
Estudio	Especialización	1	7000.00	7000.00
	Total			10300.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 6

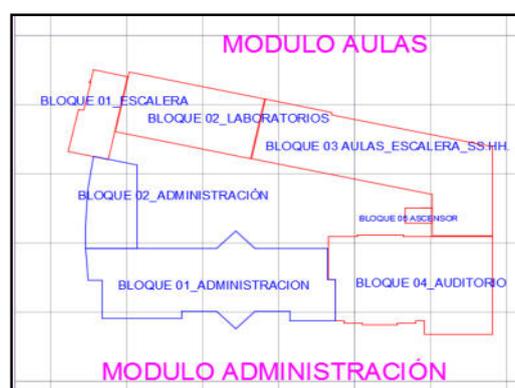
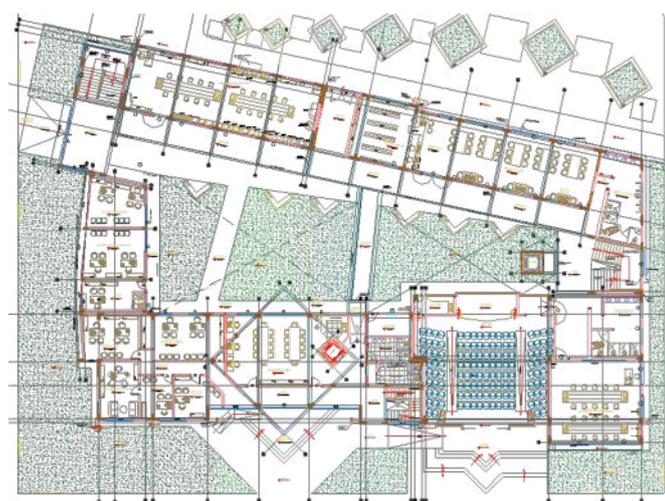
Inversión total (en soles)

Concepto	Monto
Inversión Fija	4,700.00
Capital Trabajo	10,300.00
Total	15,000.00

Nota. Elaboración propia

Figura 4

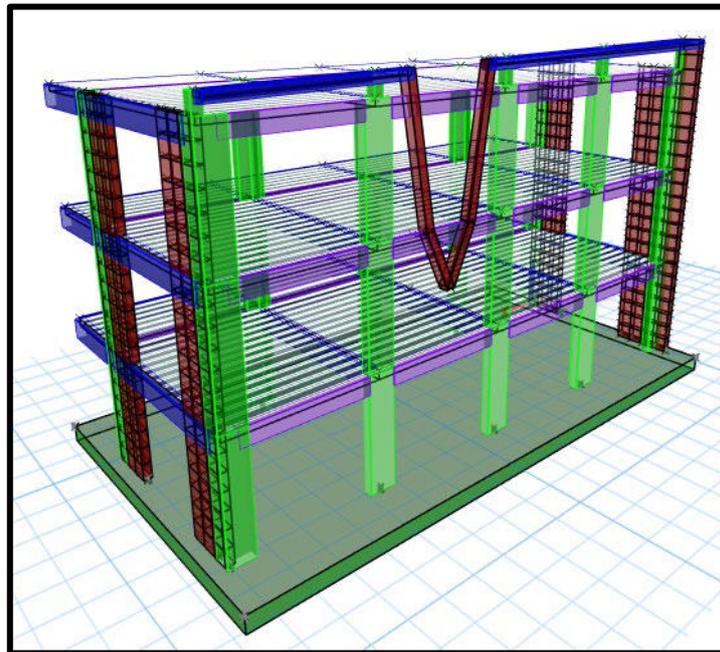
Áreas Planteadas



Nota: Elaboración Propia

Figura 8

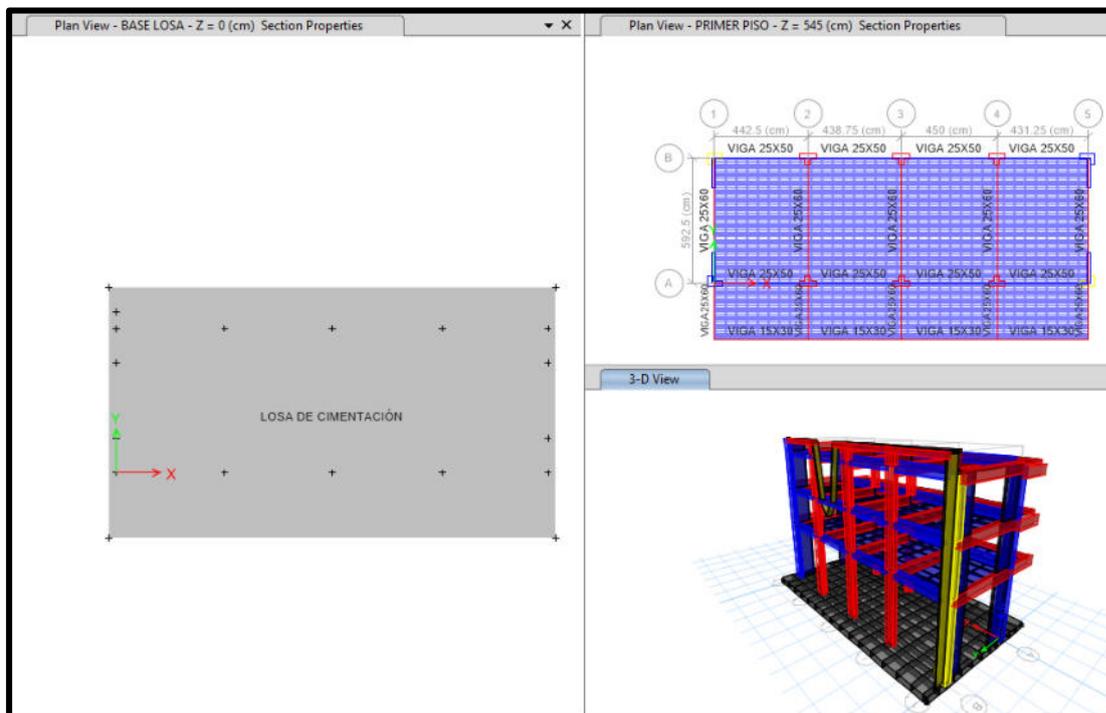
Elevación de la estructura Bloque 02 Aulas-Aula de Laboratorio.



Nota. Elaboración propia

Figura 9

Vistas de la Edificación.



Nota. Elaboración propia

Figura 10

Cuadro de Espectro de Diseño Sísmico.



Nota. Elaboración propia

Figura 11

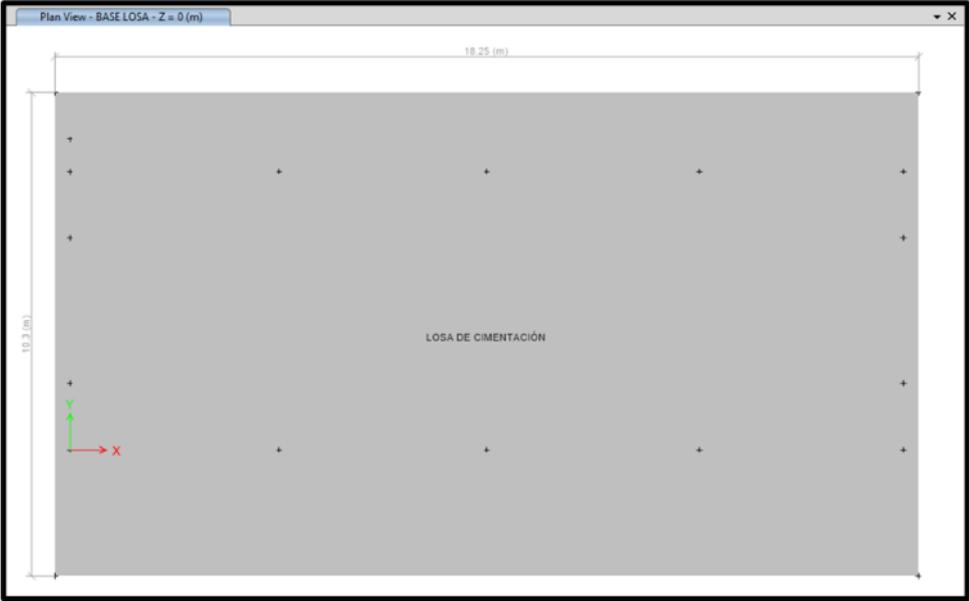
Esfuerzo Admisible versus Módulo de Balasto.

Módulo de Reacción del Suelo					
Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf Adm (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Nota. Tesis de maestría “Interacción Suelo-Estructuras: Semi - espacio de Winkler” (1933).

Figura 12

Software de Cálculo Estructural, Dimensiones de Losa de Cimentación Utilizadas para verificación (m).



Nota. Elaboración propia

Figura 13

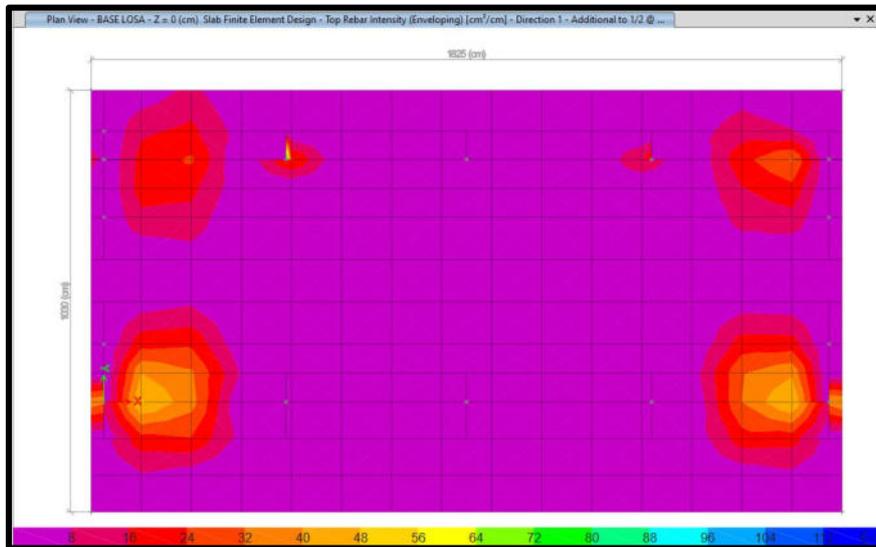
Software de Cálculo Estructural, Verificación de Losa de Cimentación por Punzonamiento.



Nota. Elaboración propia

Figura 16

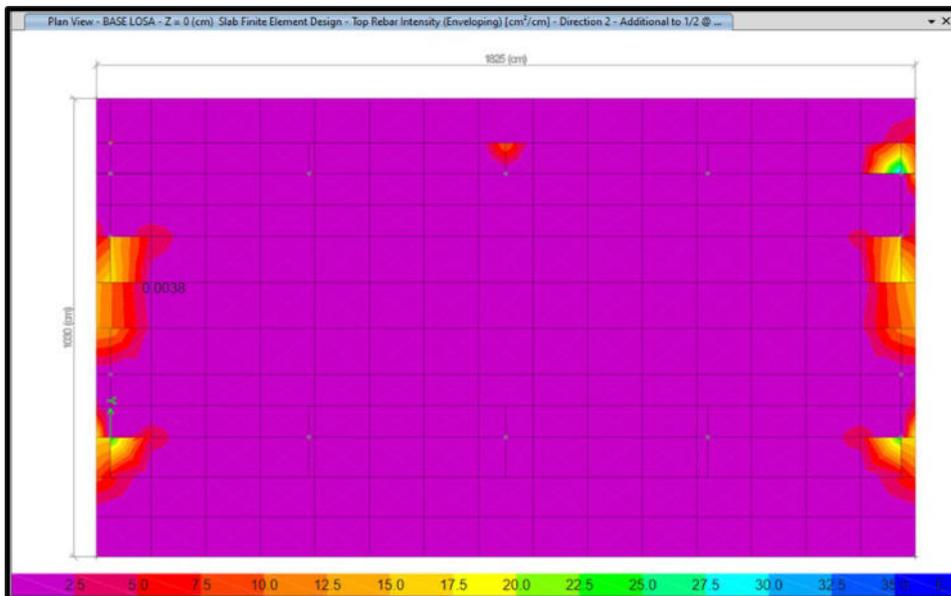
Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 17

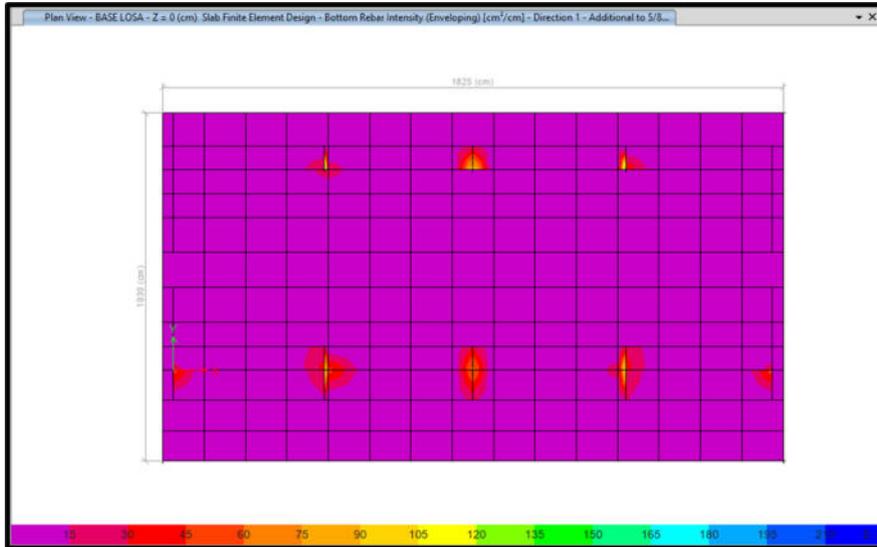
Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 18

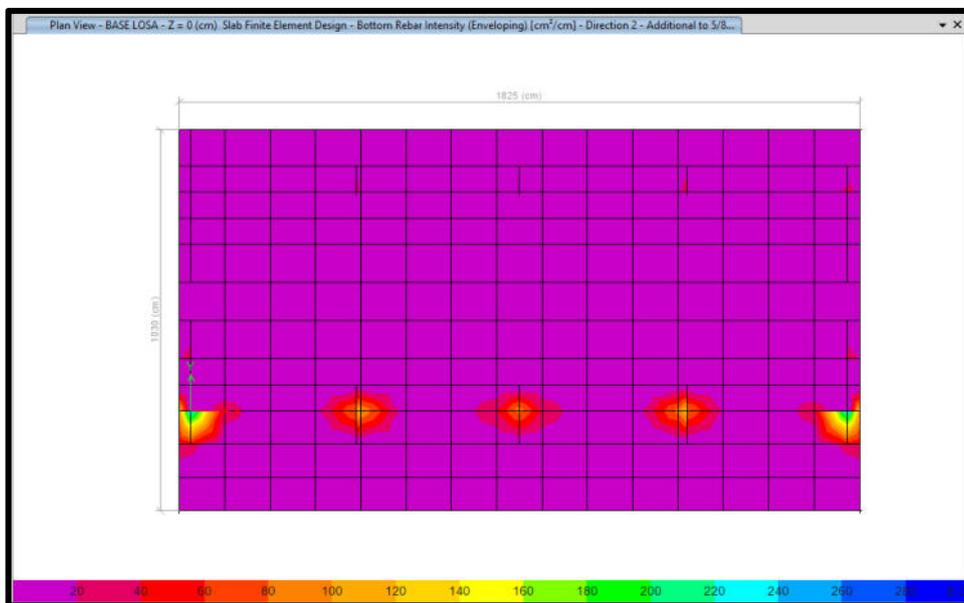
Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 19

Software de Cálculo Estructural, Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 20

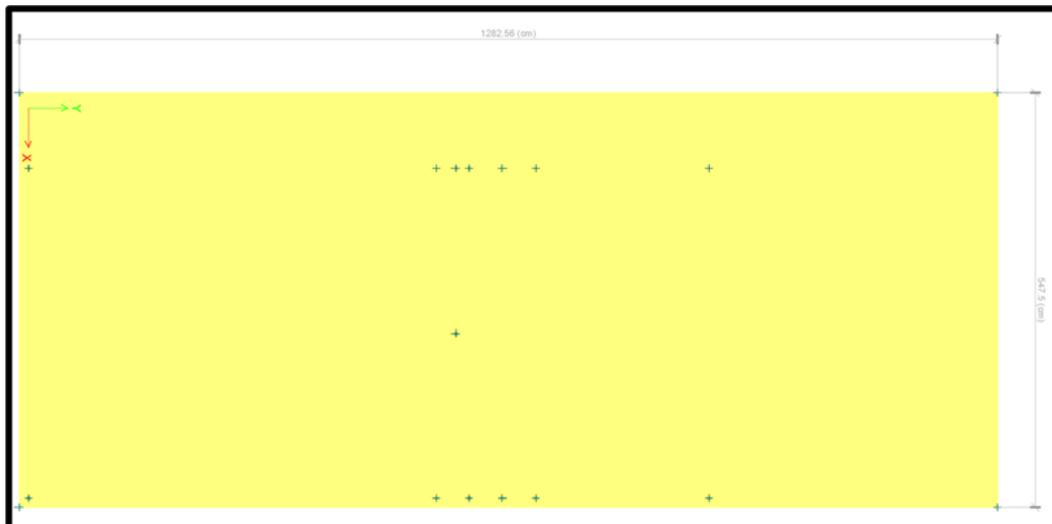
Resumen de Estudio de Mecánica de Suelos.

Calicatas	Tipo de Cimentación	Bloque	Ancho "B" (m)	Largo "L" (m)	Nivel de Cimentación "Df"	q' ultm (kg/cm2)	Mod. Reac. Suelo (Winkler) Kg/cm3
FE-C01	Losa de Cimentación	Bloque 01_Escaleras	5.50	12.50	2.00	1.73	3.51
FE-C02	Losa de Cimentación	Bloque 02_Laboratorios	10.00	18.00	2.00	1.32	2.78
FE-C03	Losa de Cimentación	Bloque 03_aulas_escalera_ss.hh	10.00	31.50	2.00	1.58	3.24
FE-C04	Losa de Cimentación	Bloque 04_Auditorio	16.00	23.00	2.00	1.77	3.59
FE-C05	Losa de Cimentación	Bloque 05_Ascensor	4.50	5.00	2.00	1.39	2.90
FE-C06	Losa de Cimentación	Bloque 01_Administración	13.50	33.00	2.00	1.40	2.92
FE-C07	Losa de Cimentación	Bloque 02_Administación	6.50	13.00	2.00	1.36	2.85

Nota Expediente Técnico del proyecto (2021)

Figura 21

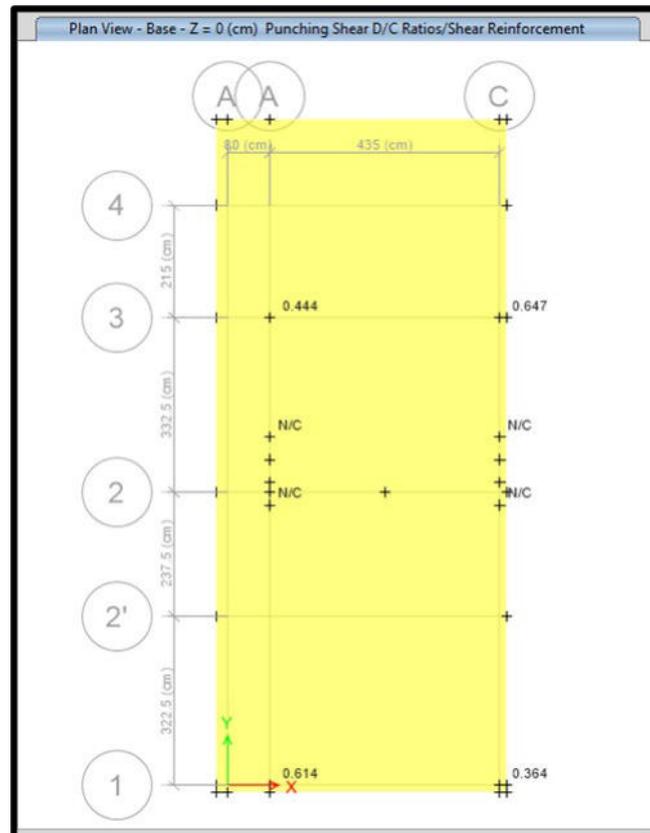
Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 01 – Escalera.



Nota. Elaboración propia

Figura 22

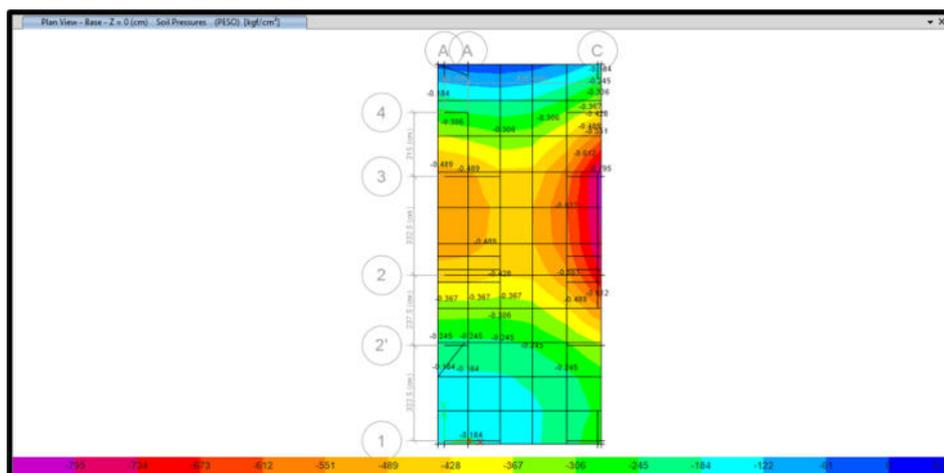
Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 01 - Escaleras.



Nota: Elaboración propia

Figura 23

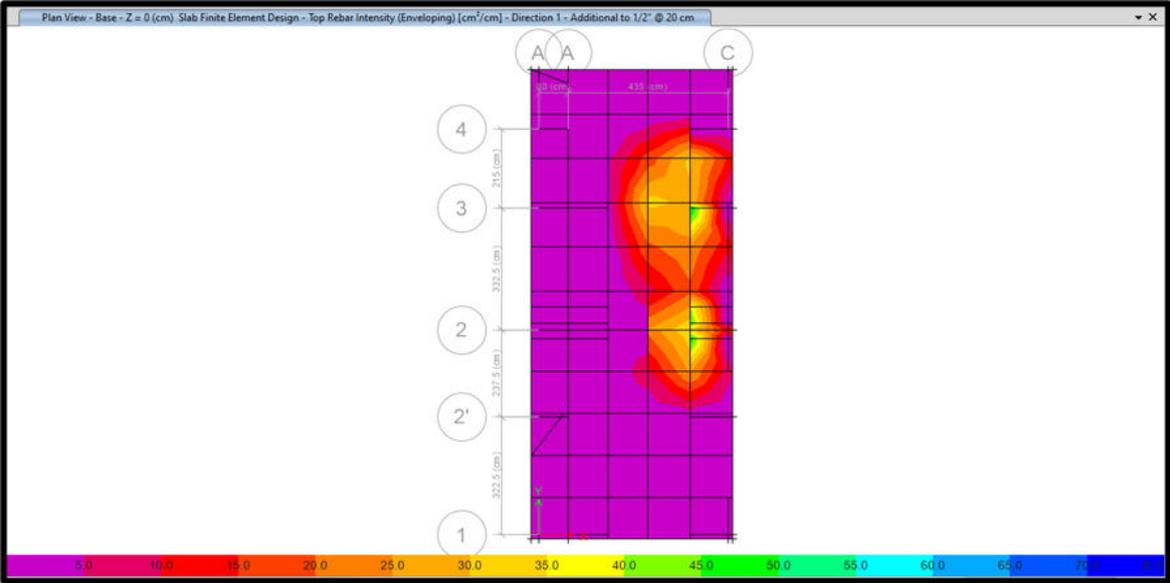
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 01 - Escaleras.



Nota. Elaboración propia

Figura 24

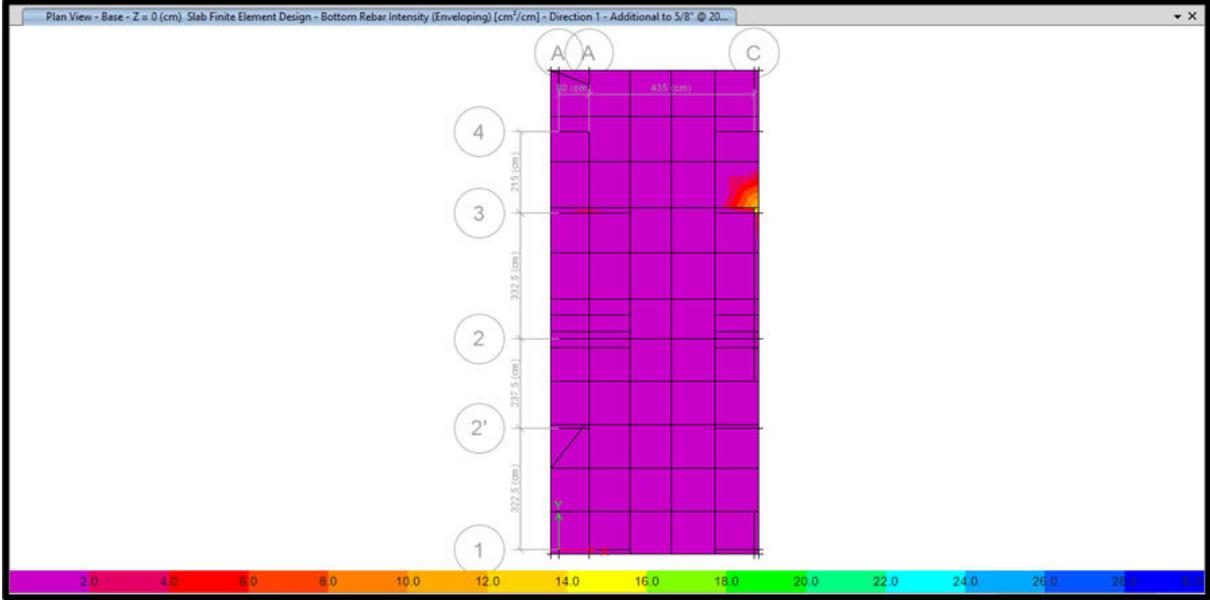
Distribución de Refuerzos en Placa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 25

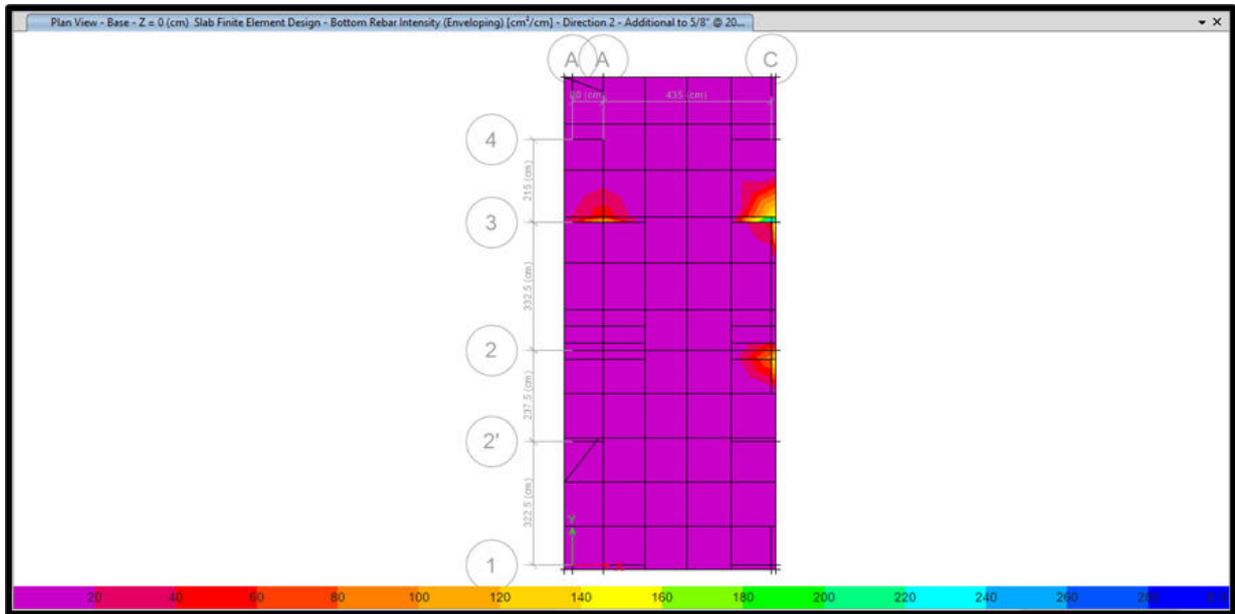
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota Elaboración propia

Figura 26

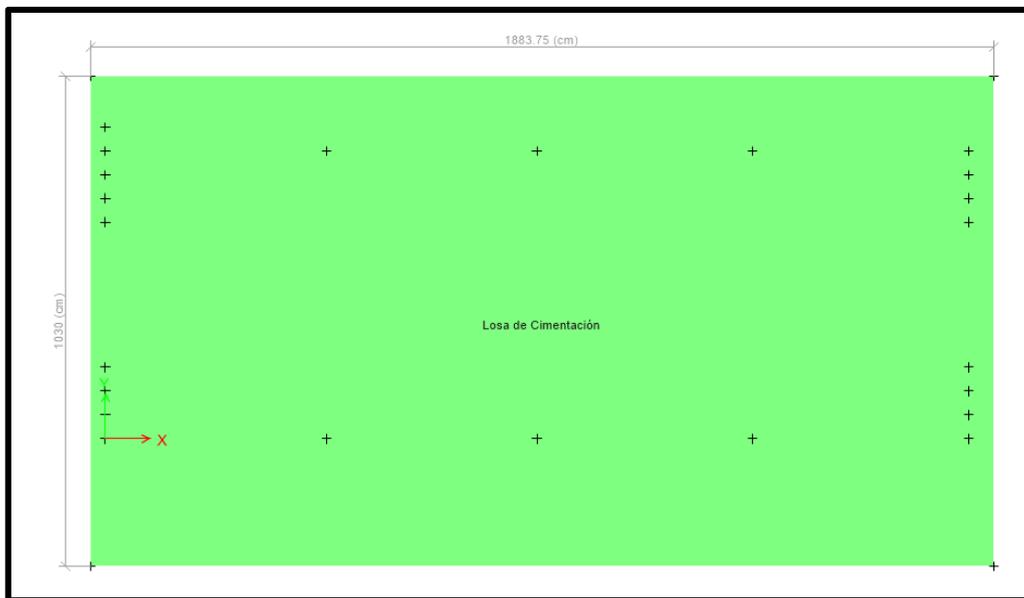
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 27

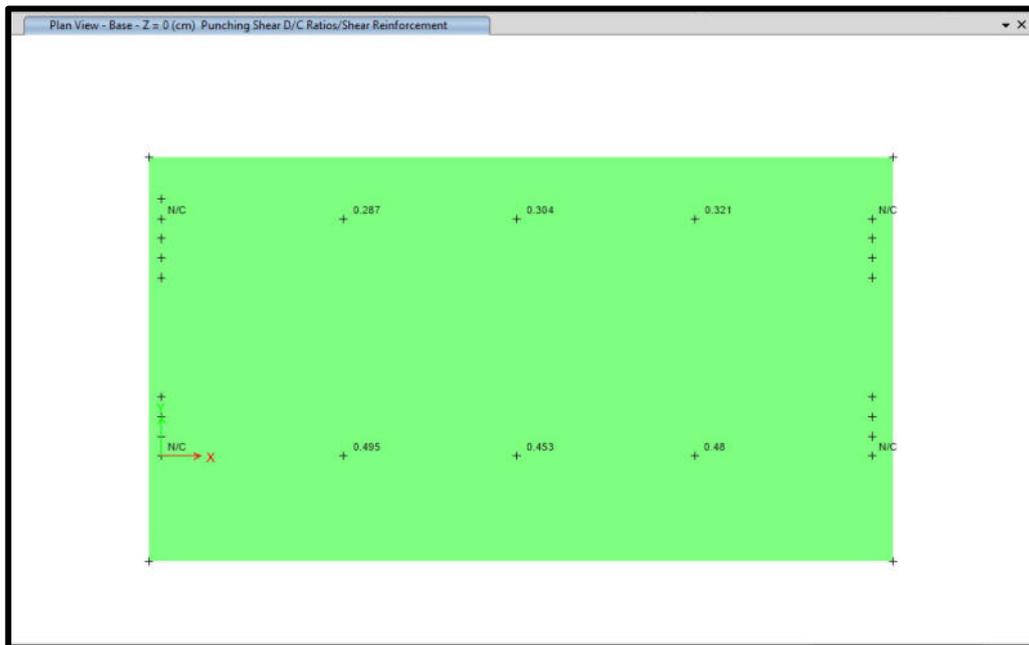
Dimensiones de Placa de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 02 – Laboratorio.



Nota. Elaboración propia

Figura 28

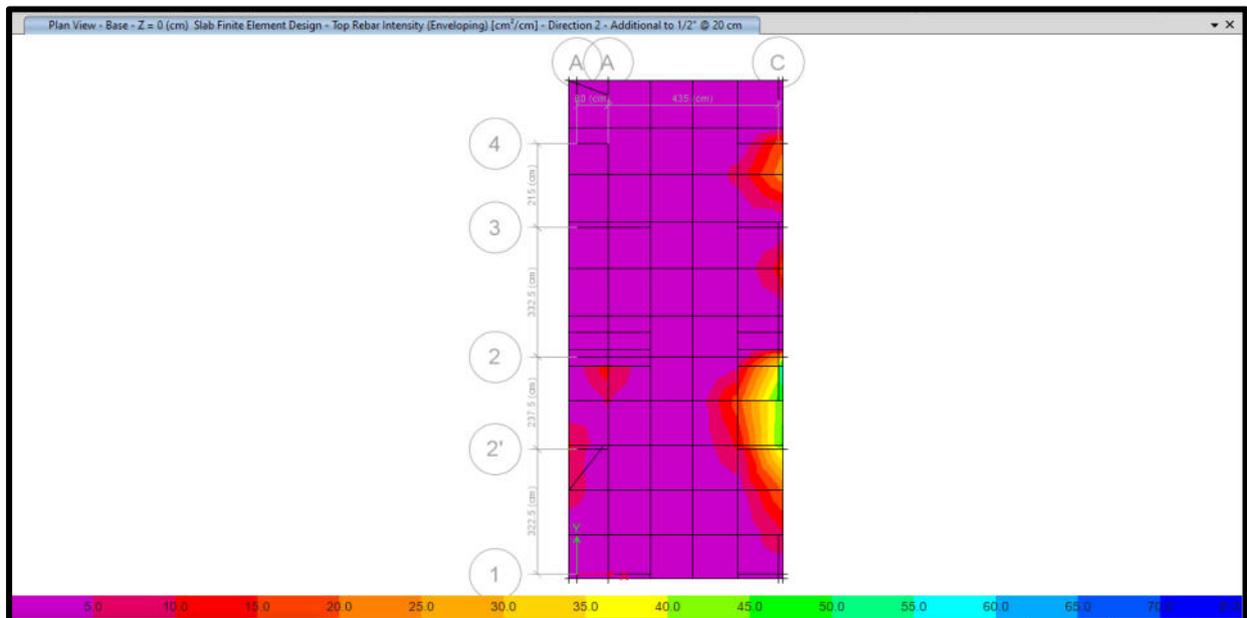
Verificación de Placa de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 02 - Laboratorio.



Nota: Elaboración propia

Figura 29

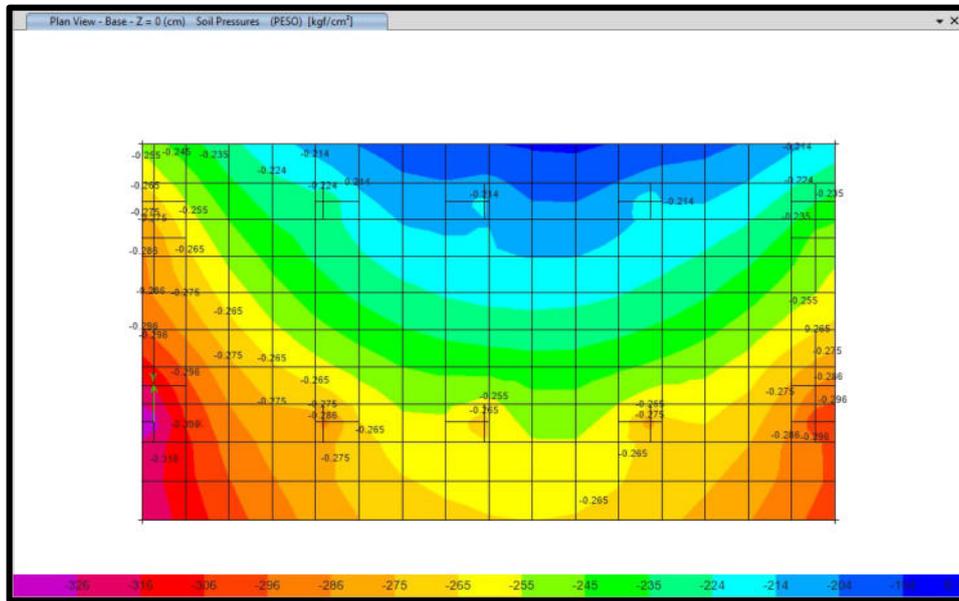
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota: Elaboración propia

Figura 30

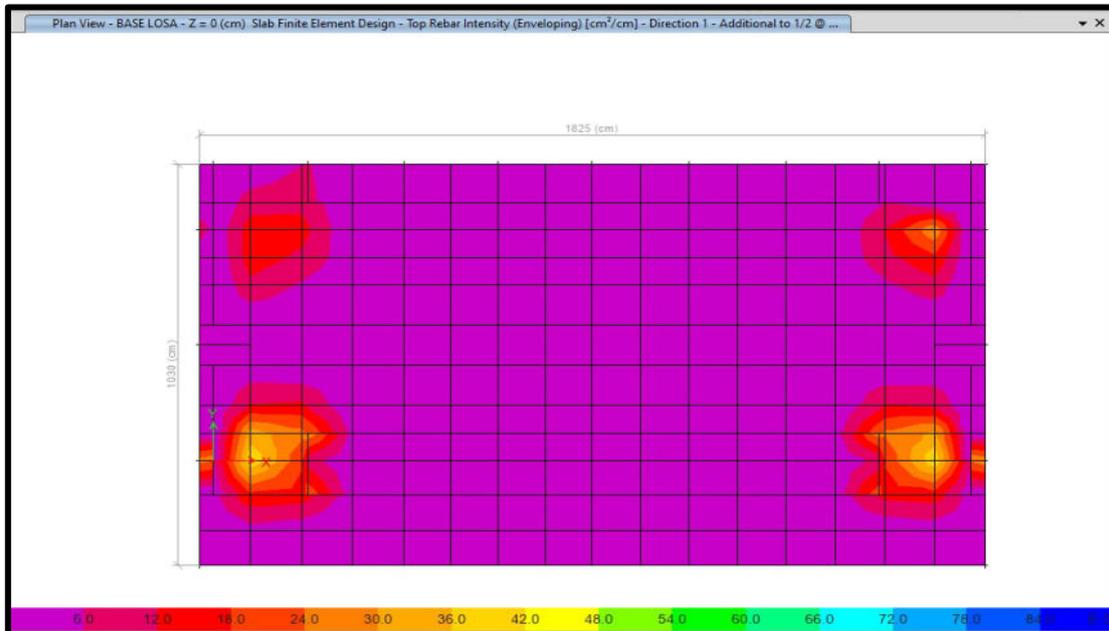
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 02 - Laboratorio.



Nota. Elaboración propia

Figura 31

Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia.

Figura 32

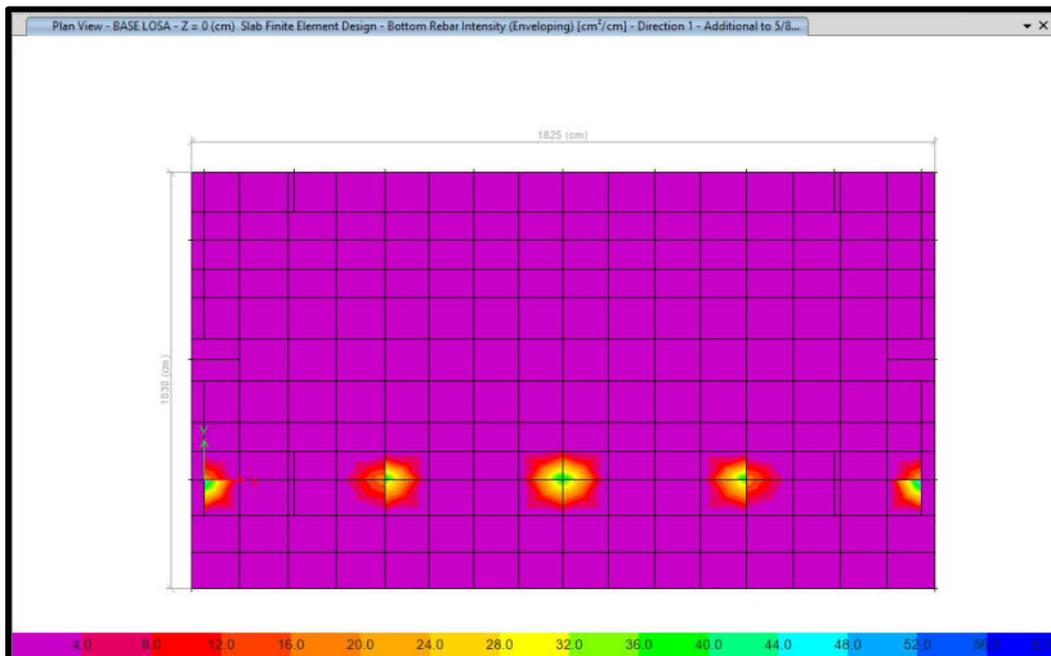
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 33

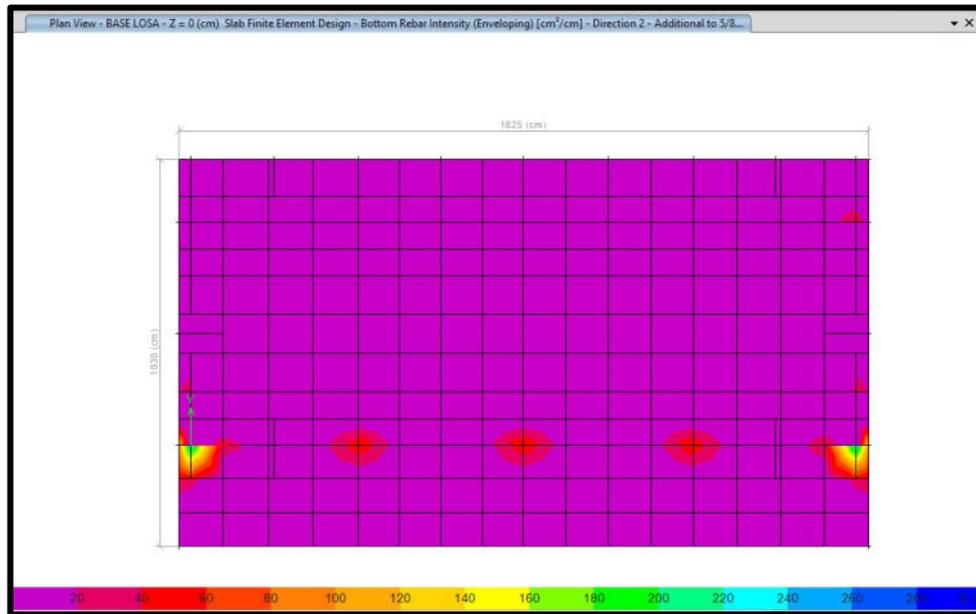
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 34

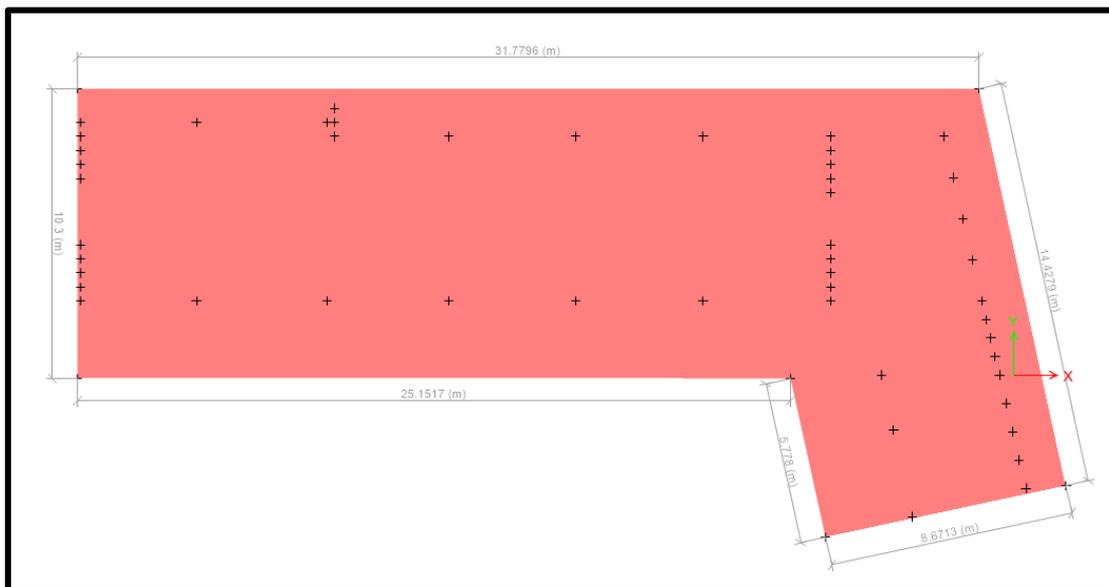
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 35

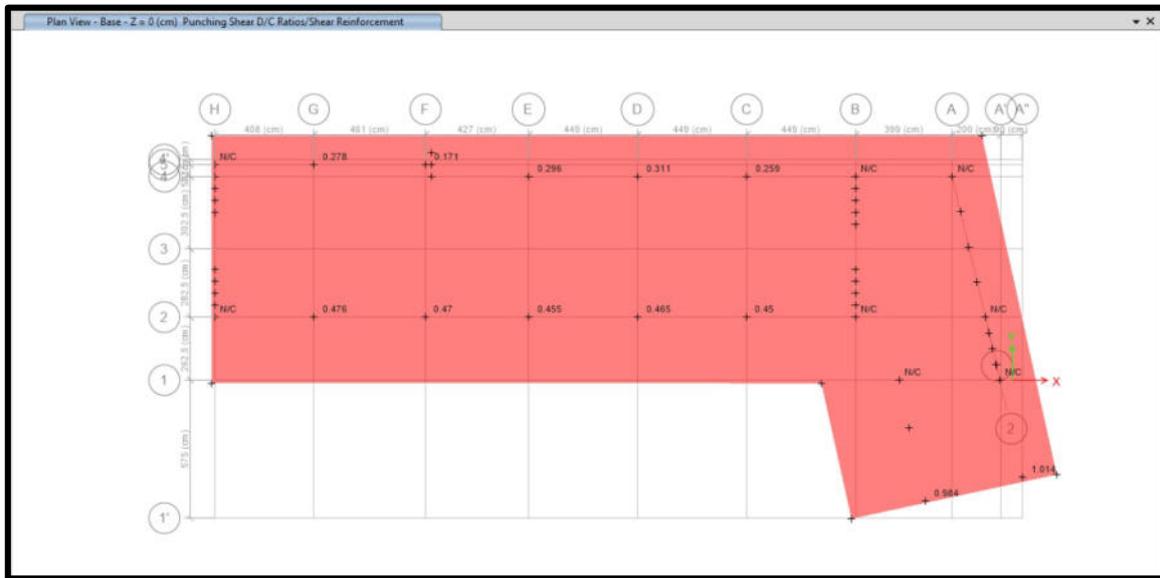
Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 03 – Aulas – Escalera – SS.HH.



Nota. Elaboración propia

Figura 36

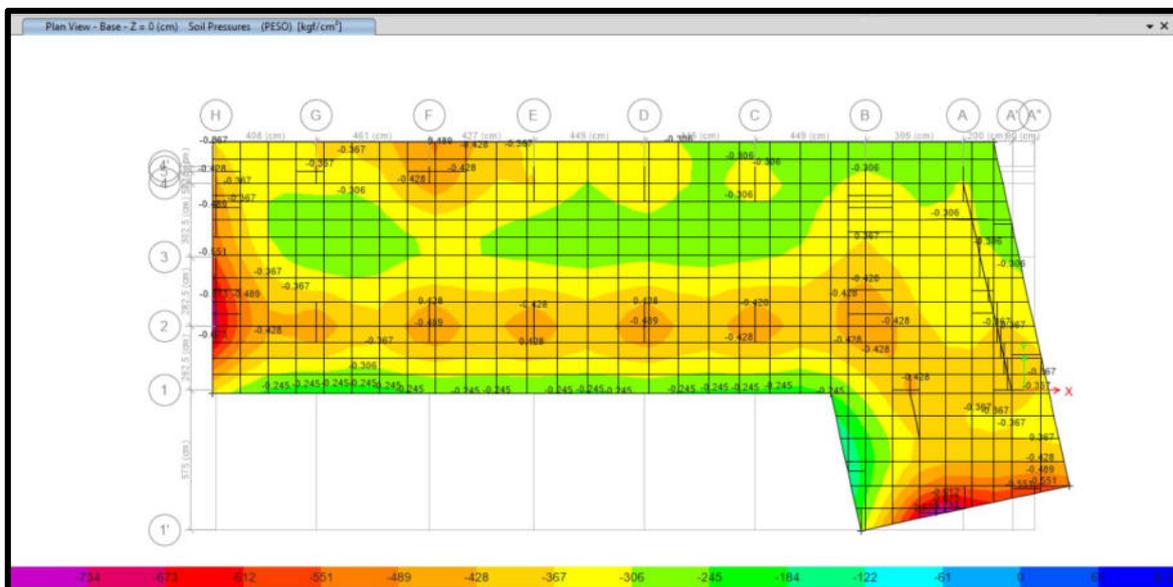
Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 03 – Aulas – Escalera – SS.HH.



Nota. Elaboración propia

Figura 37

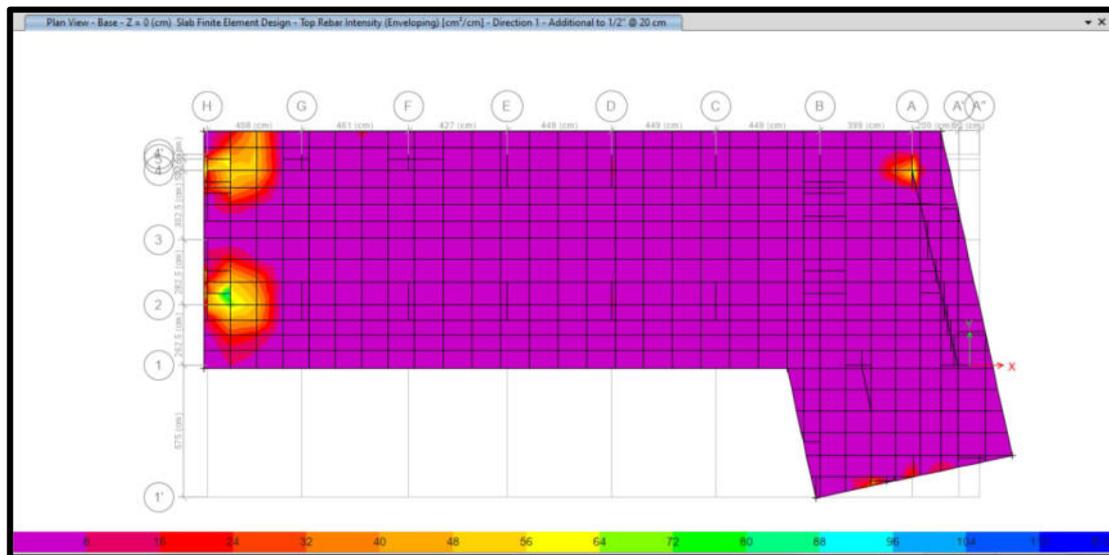
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 03 – Aulas – Escalera – SS.HH.



Nota. Elaboración propia

Figura 38

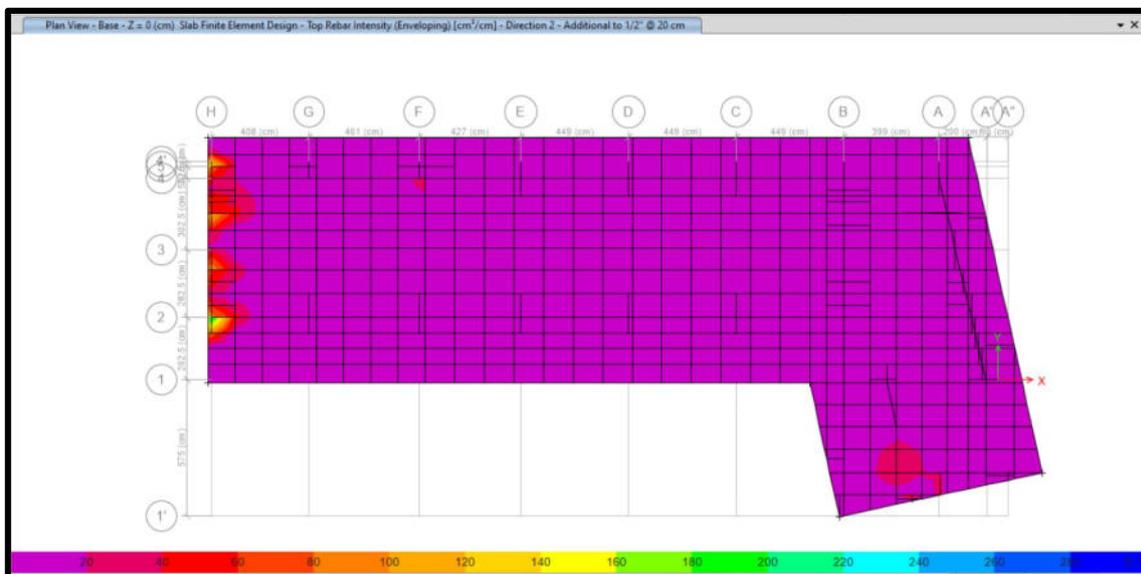
Distribución de Refuerzos en Placa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 39

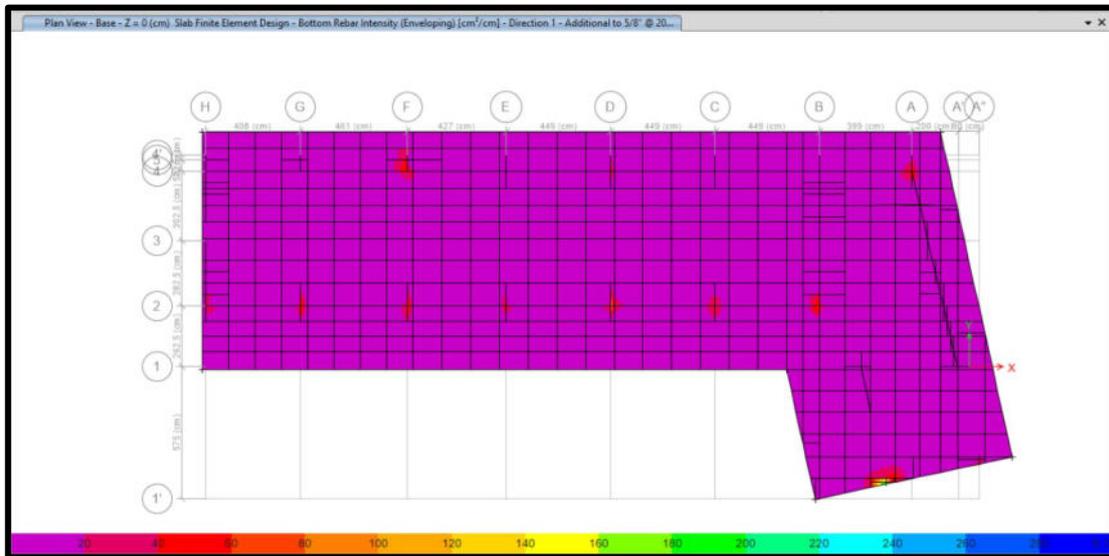
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 40

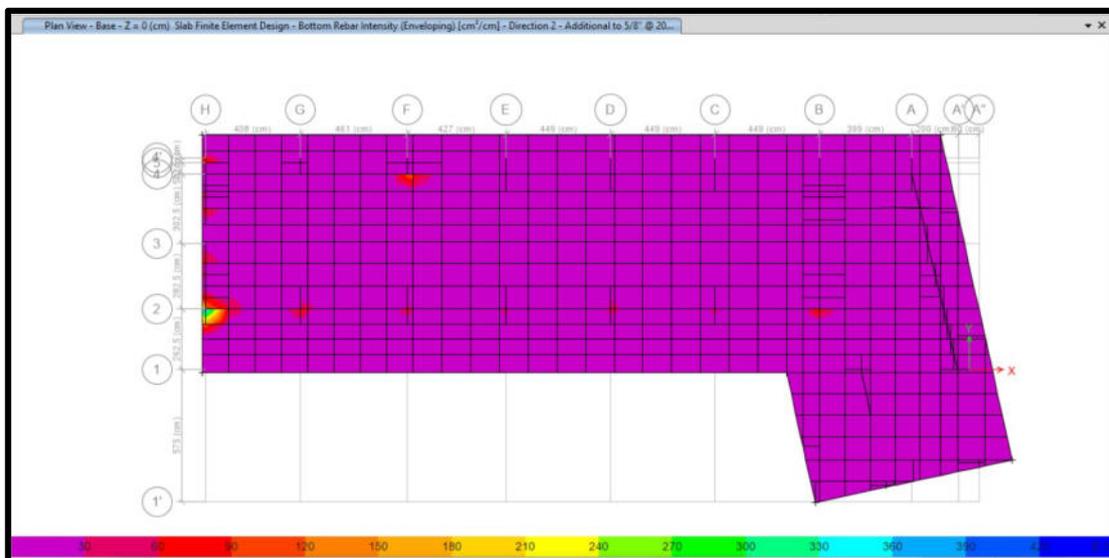
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 41

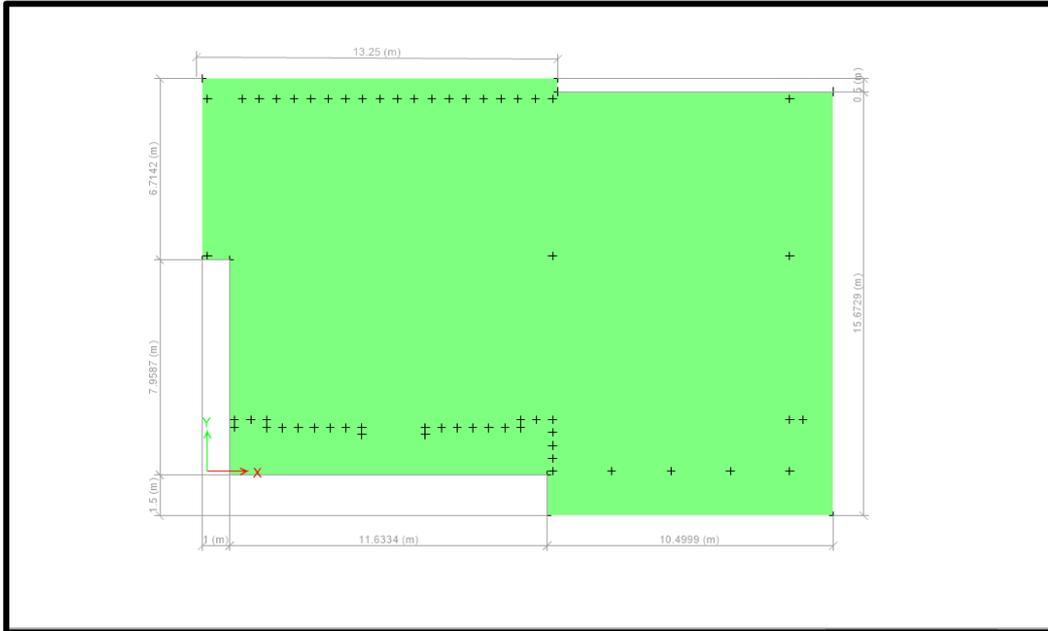
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 42

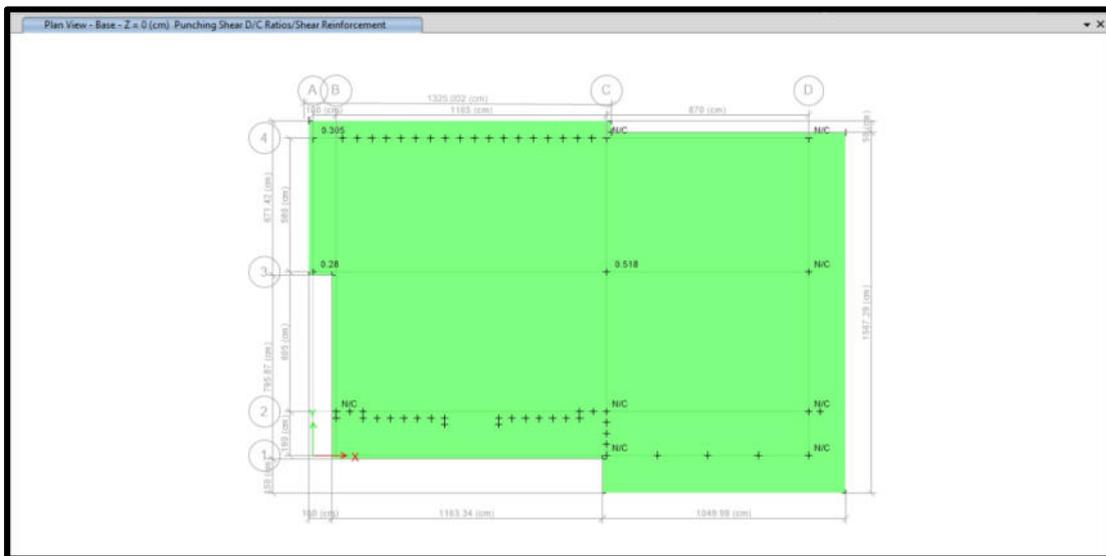
Dimensiones de Placa de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 04 – Auditorio.



Nota. Elaboración propia

Figura 43

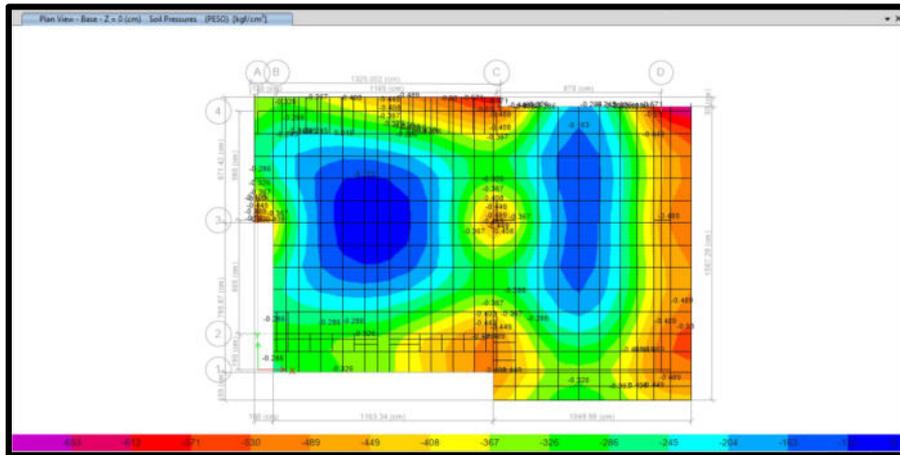
Verificación de Placa de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 04 – Auditorio.



Nota. Elaboración propia

Figura 44

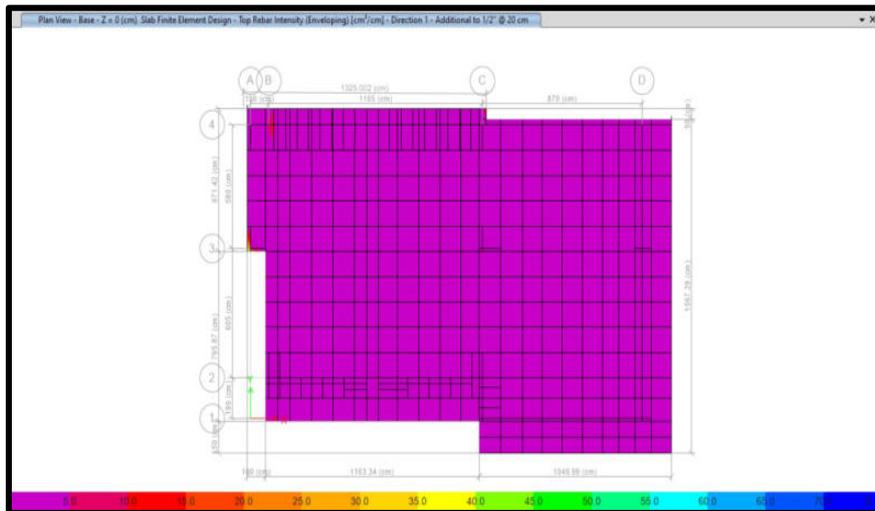
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) - Bloque 04 – Auditorio.



Nota. Elaboración propia

Figura 45

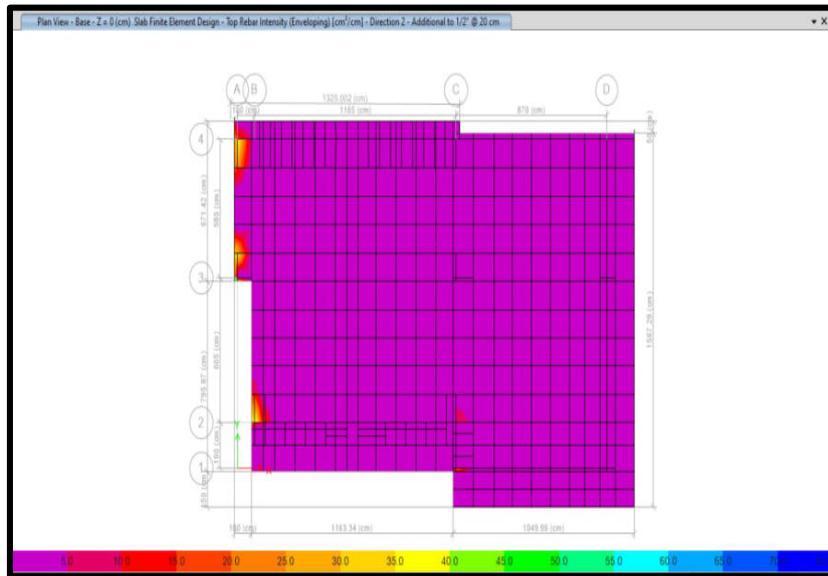
Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje "X").



Nota. Elaboración propia

Figura 46

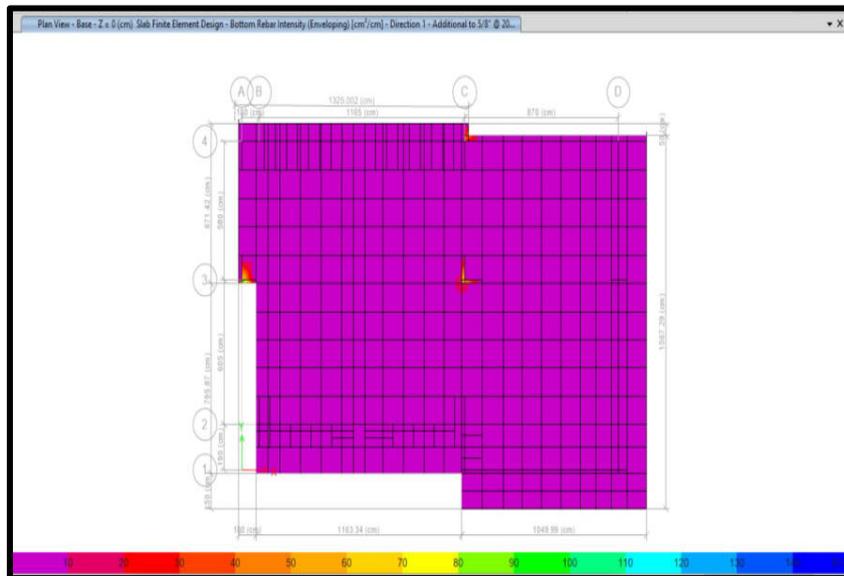
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 47

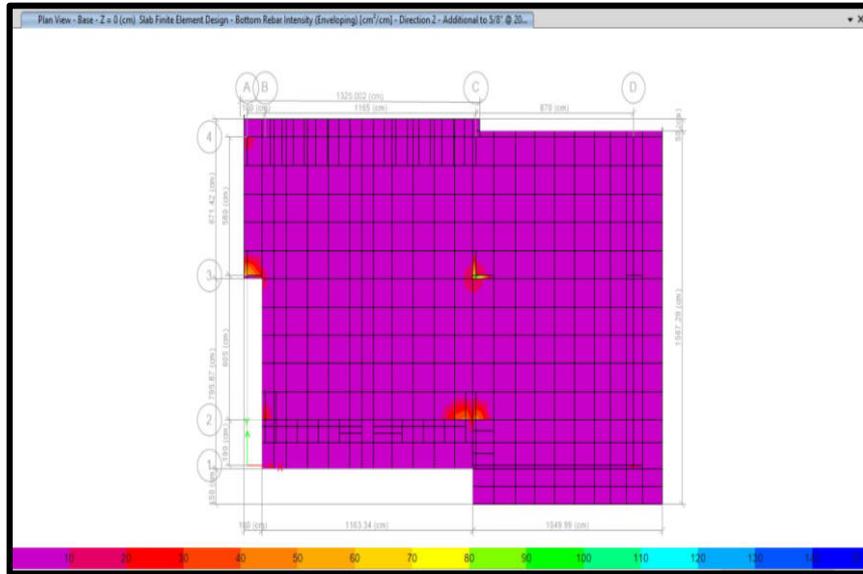
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 48

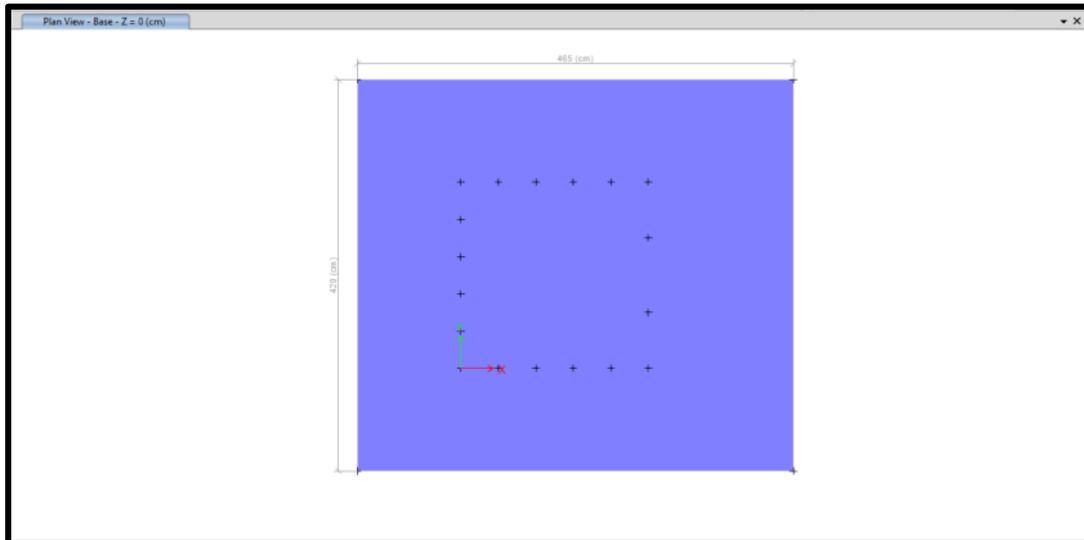
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 49

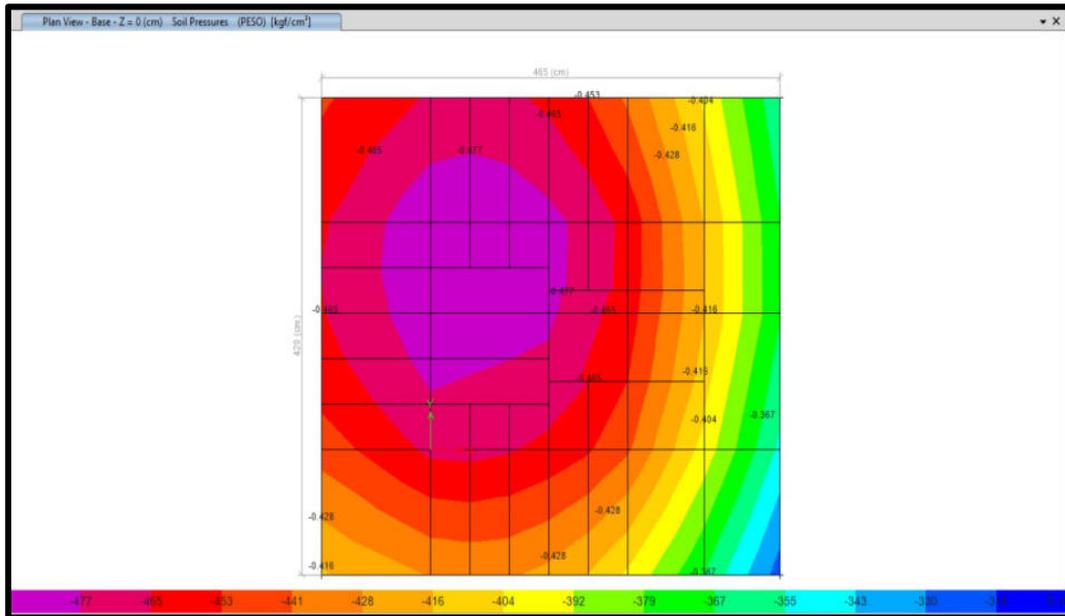
Dimensiones de Platea de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 05 – Ascensor.



Nota. Elaboración propia

Figura 50

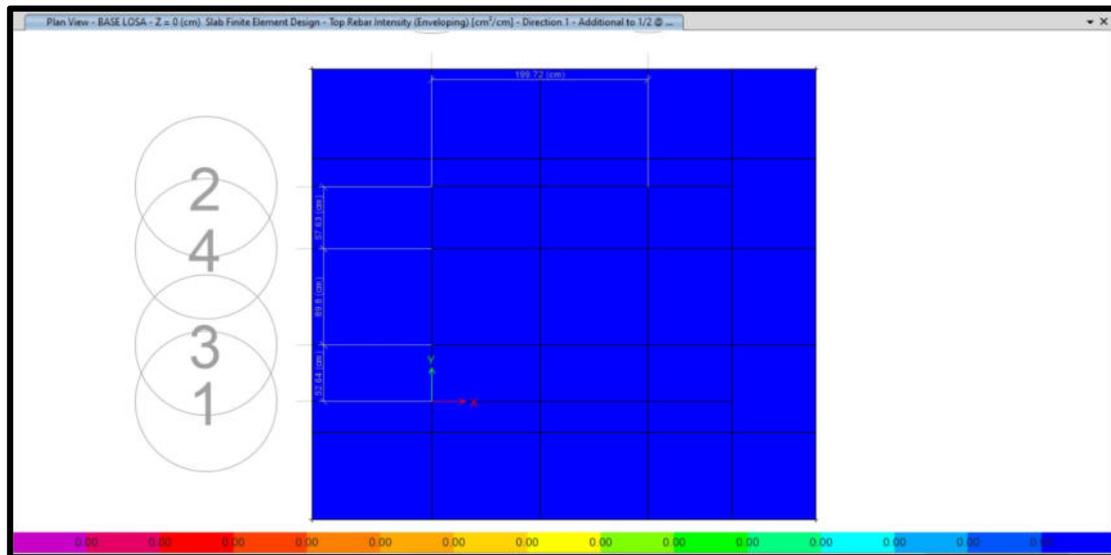
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) - Bloque 05 – Ascensor.



Nota. Elaboración propia

Figura 51

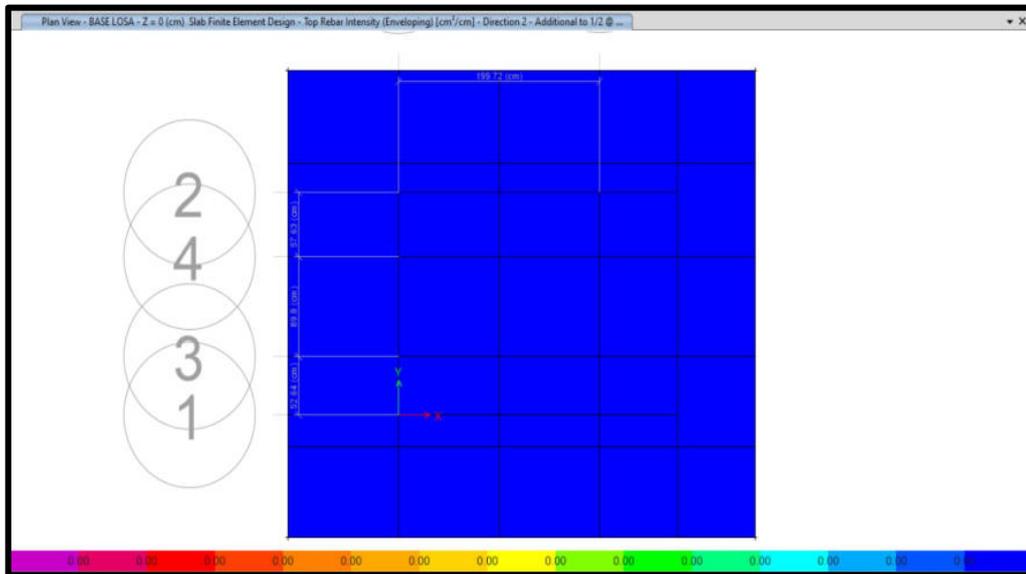
Distribución de Refuerzos en Platea de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje "X").



Nota. Elaboración propia

Figura 52

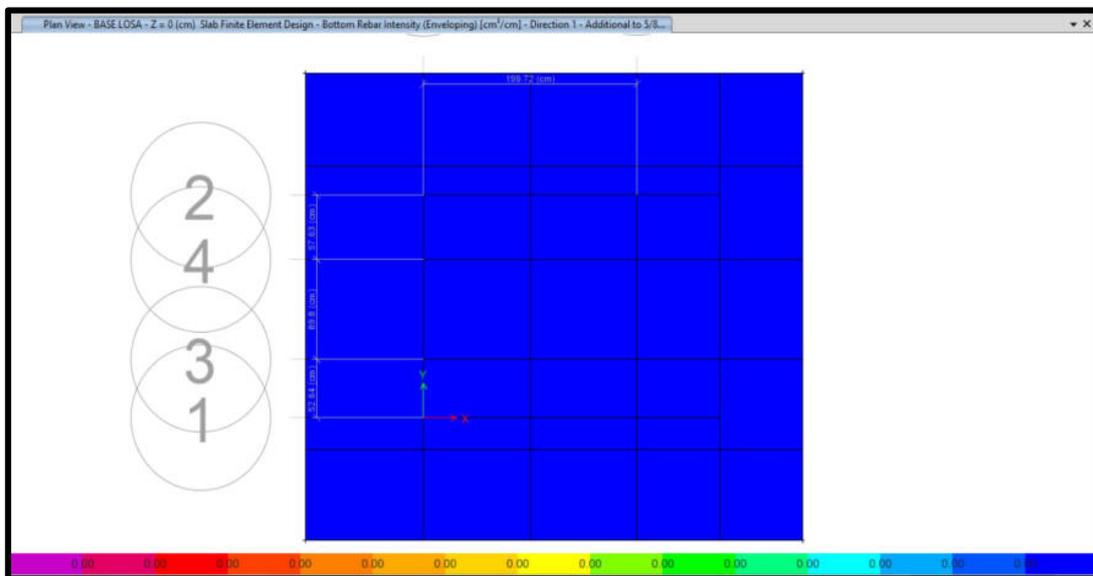
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 53

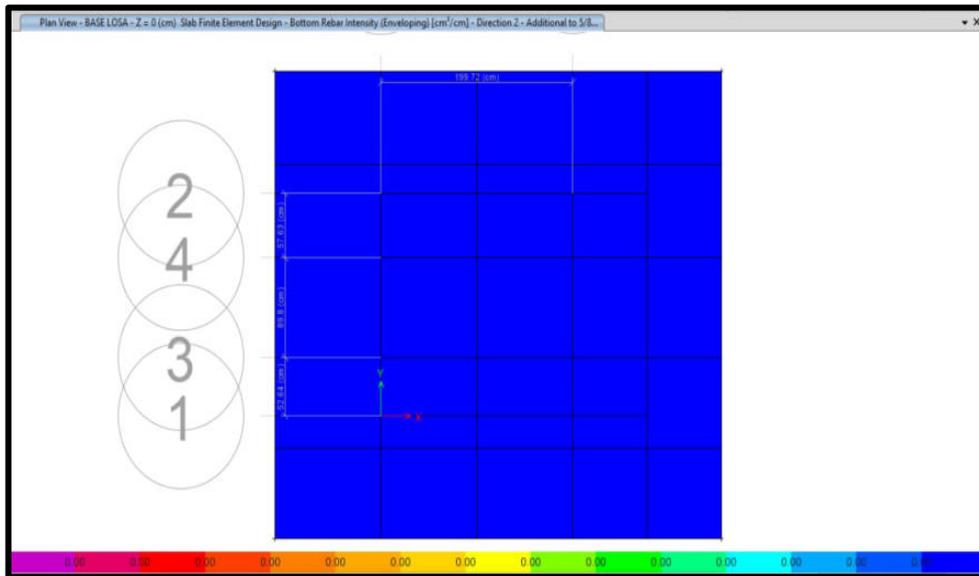
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 54

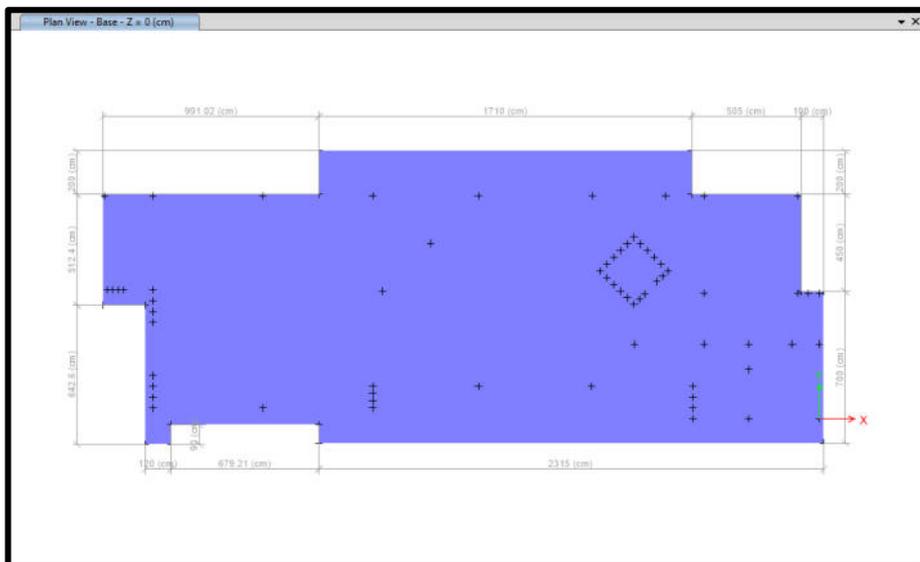
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 55

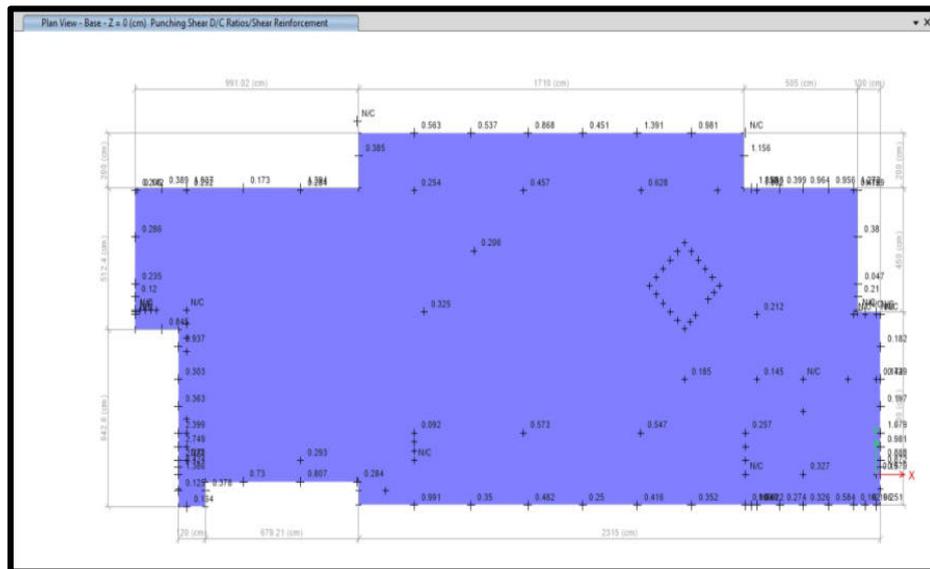
Dimensiones de Placa de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 01 – Administración.



Nota. Elaboración propia

Figura 56

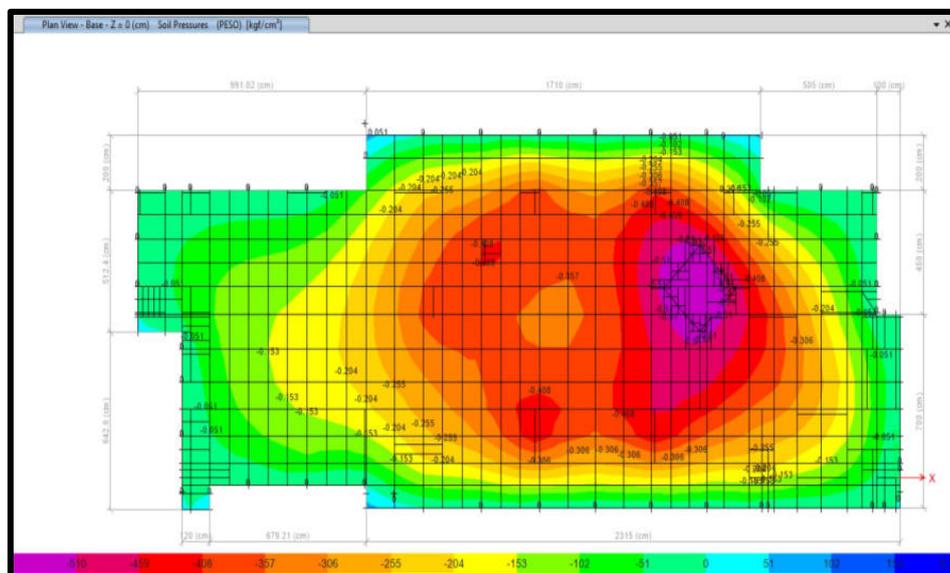
Verificación de Platea de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 01 - Administración.



Nota. Elaboración propia

Figura 57

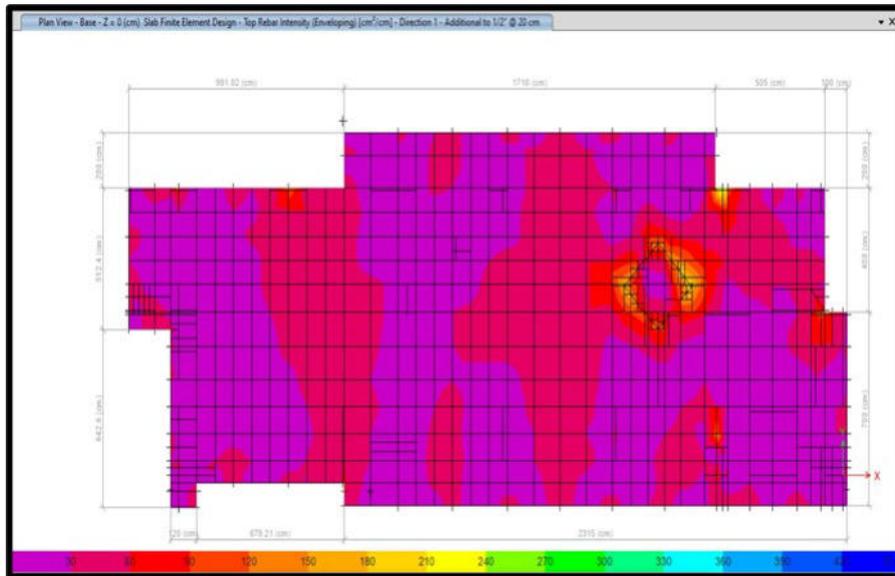
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) -Bloque 01 - Administración.



Nota. Elaboración propia

Figura 58

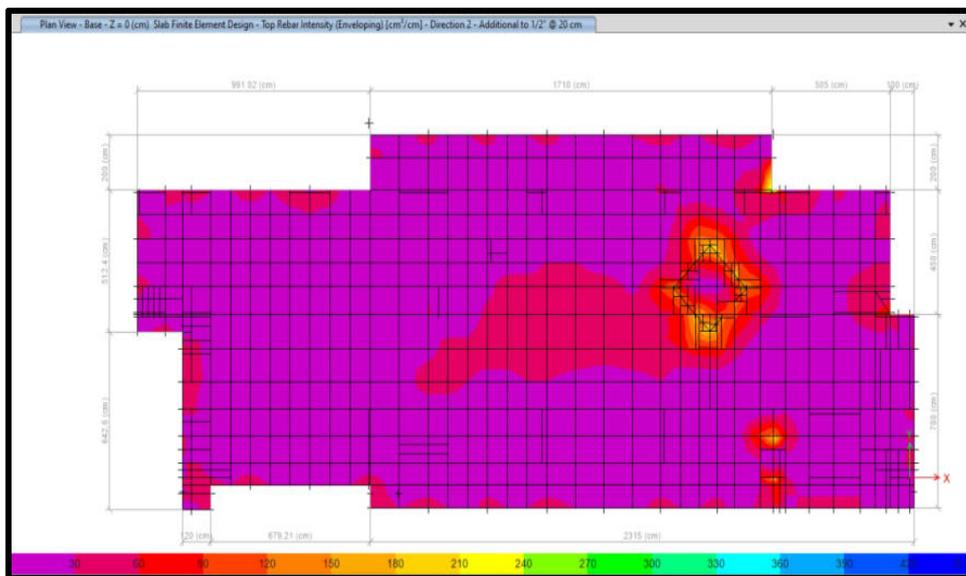
Distribución de Refuerzos en Placa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 59

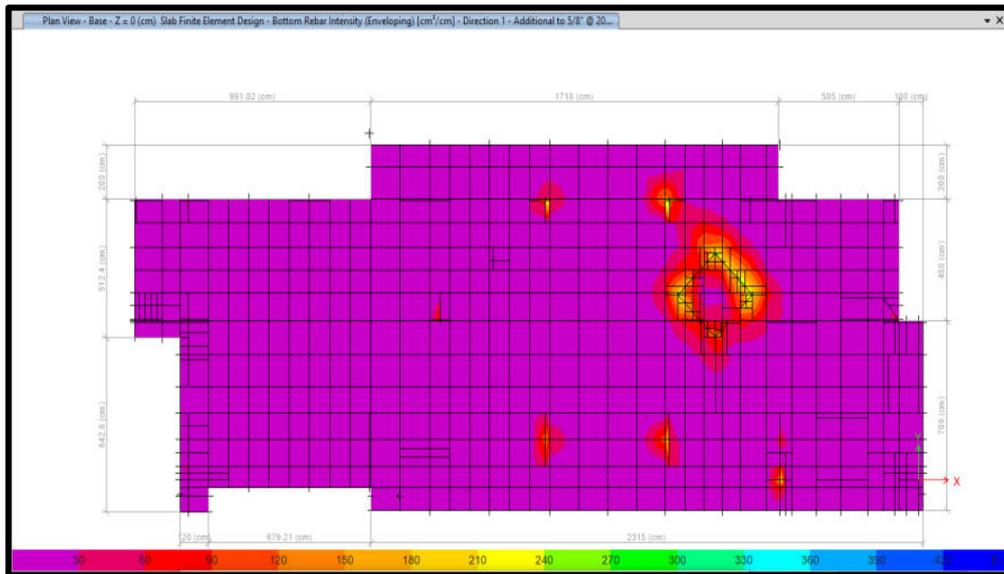
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 60

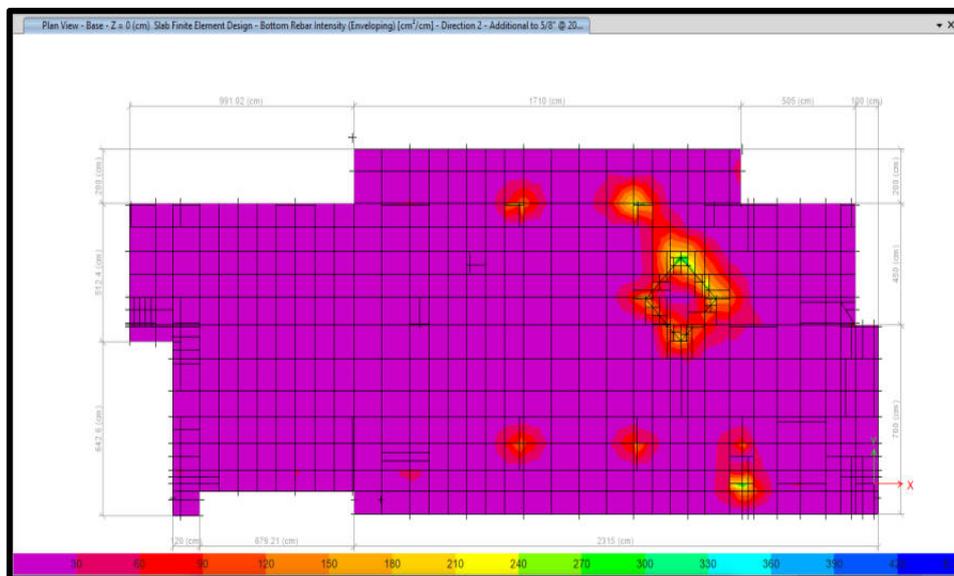
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 61

Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 62

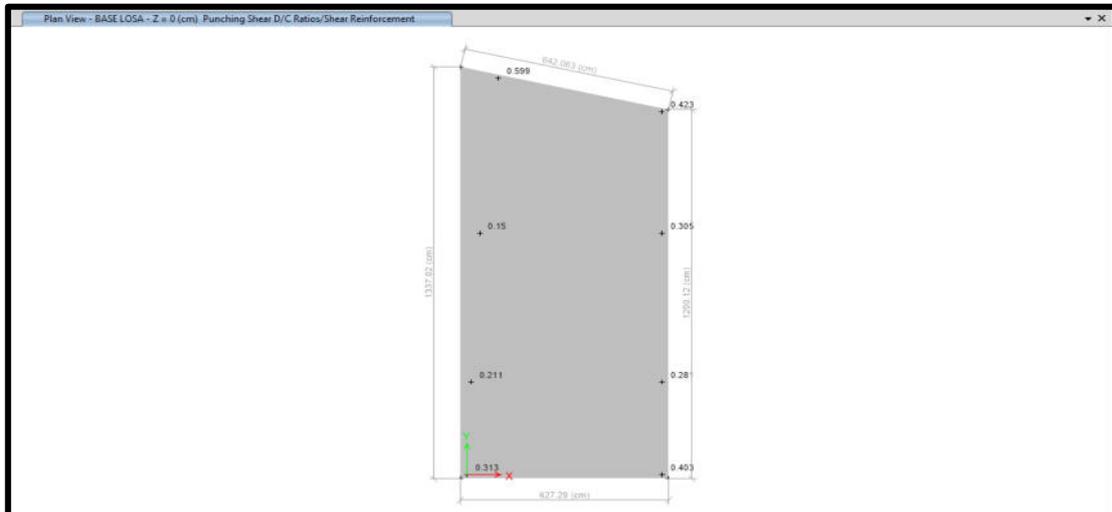
Dimensiones de Placa de Cimentación Utilizadas para Diseño (m) – Bloque 02 – Administración.



Nota. Elaboración propia

Figura 63

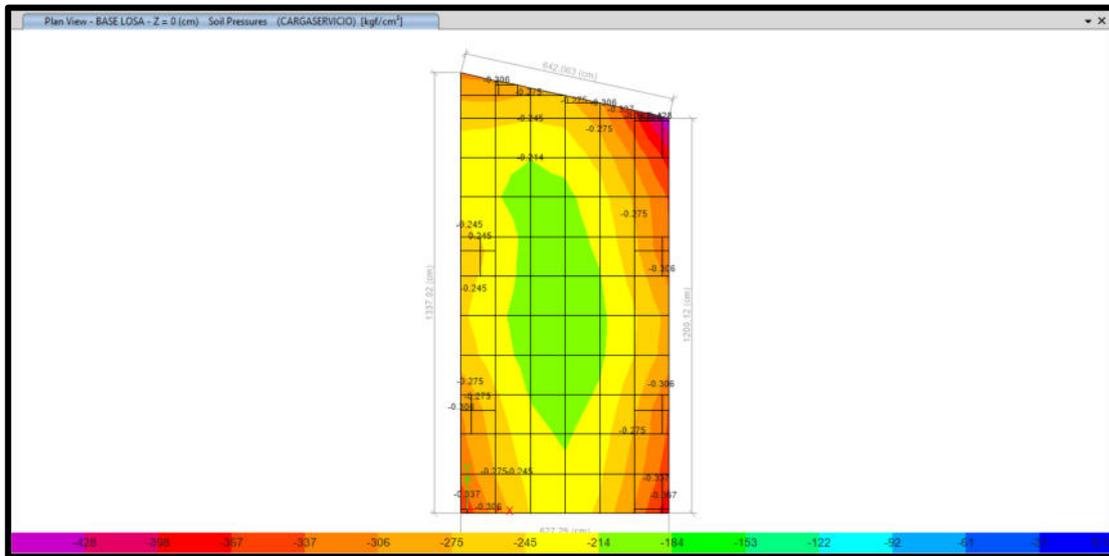
Verificación de Placa de Cimentación por Punzonamiento – Bloque 02 – Administración.



Nota. Elaboración propia

Figura 64

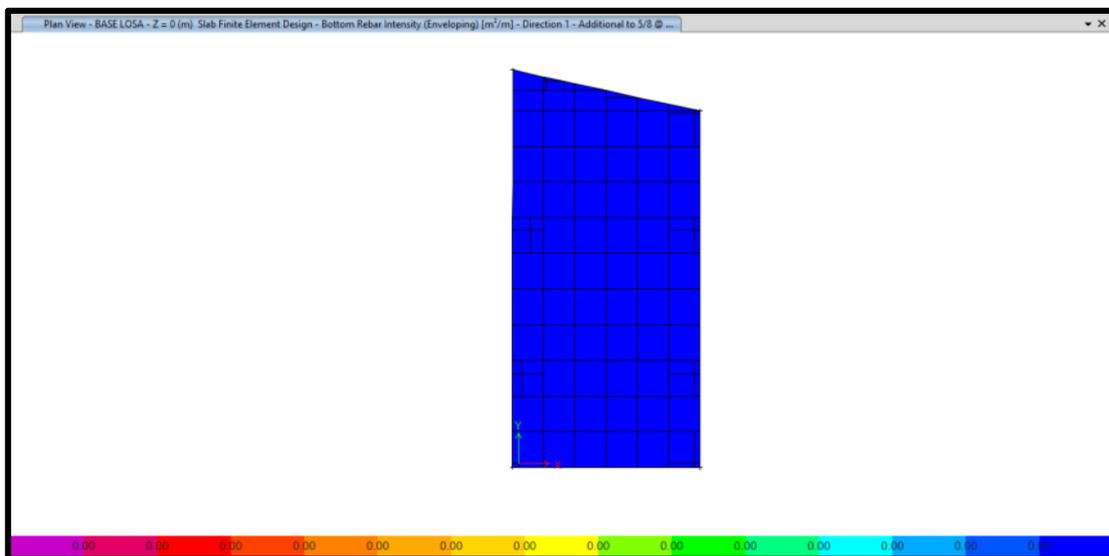
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Platea de Cimentación (kg/cm²) - Bloque 02 – Administración.



Nota. Elaboración propia

Figura 65

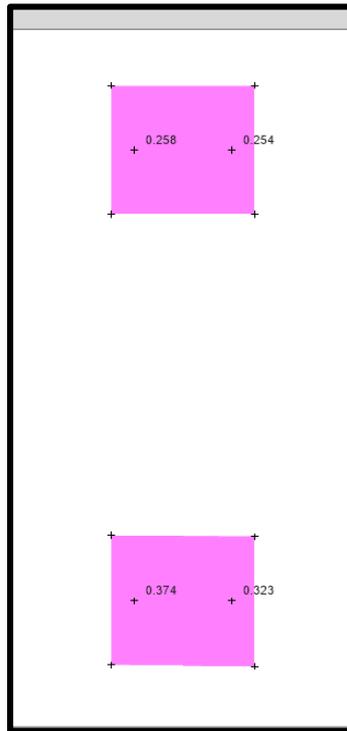
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Inferior - Dirección 1 (Eje "X").



Nota. Elaboración propia

Figura 68

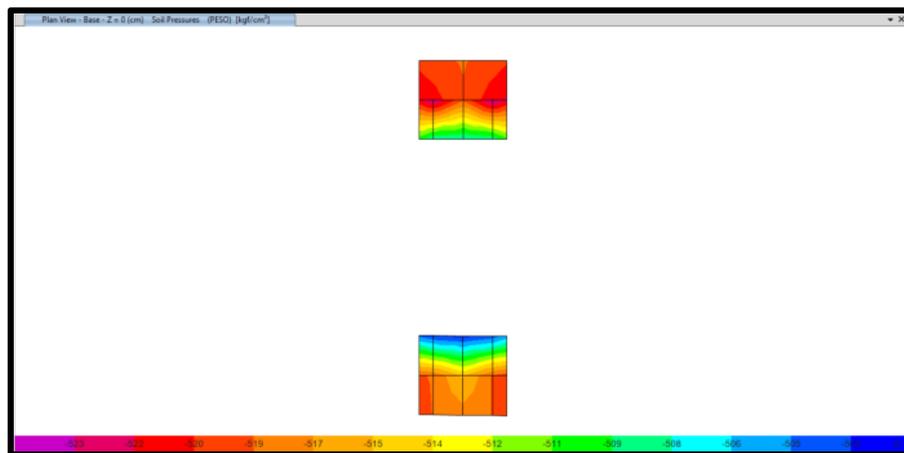
Verificación de Zapata Combinada por Punzonamiento – Bloque 01 – Puente Peatonal.



Nota. Elaboración propia

Figura 69

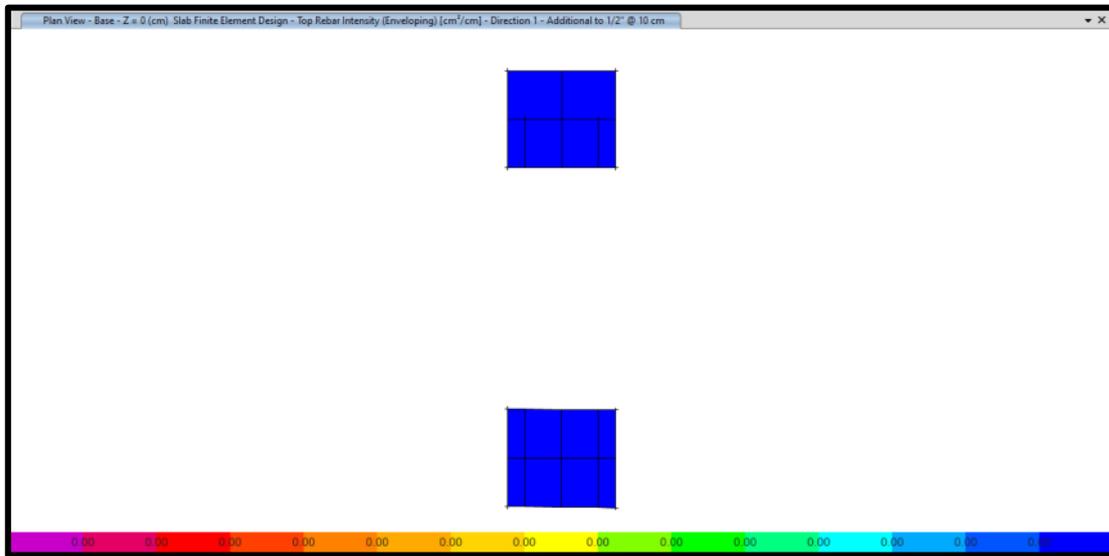
Esfuerzos Admisibles en el terreno en Zapata Combinada (kg/cm²) -Bloque 01 – Puente Peatonal.



Nota. Elaboración propia

Figura 70

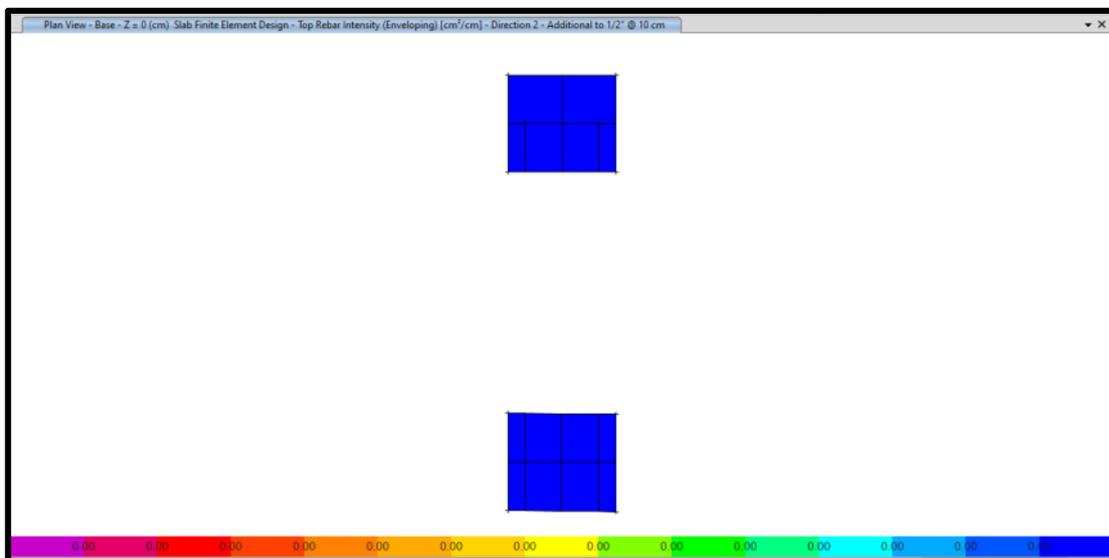
Distribución de Refuerzos en Placa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 1 (Eje “X”).



Nota. Elaboración propia

Figura 71

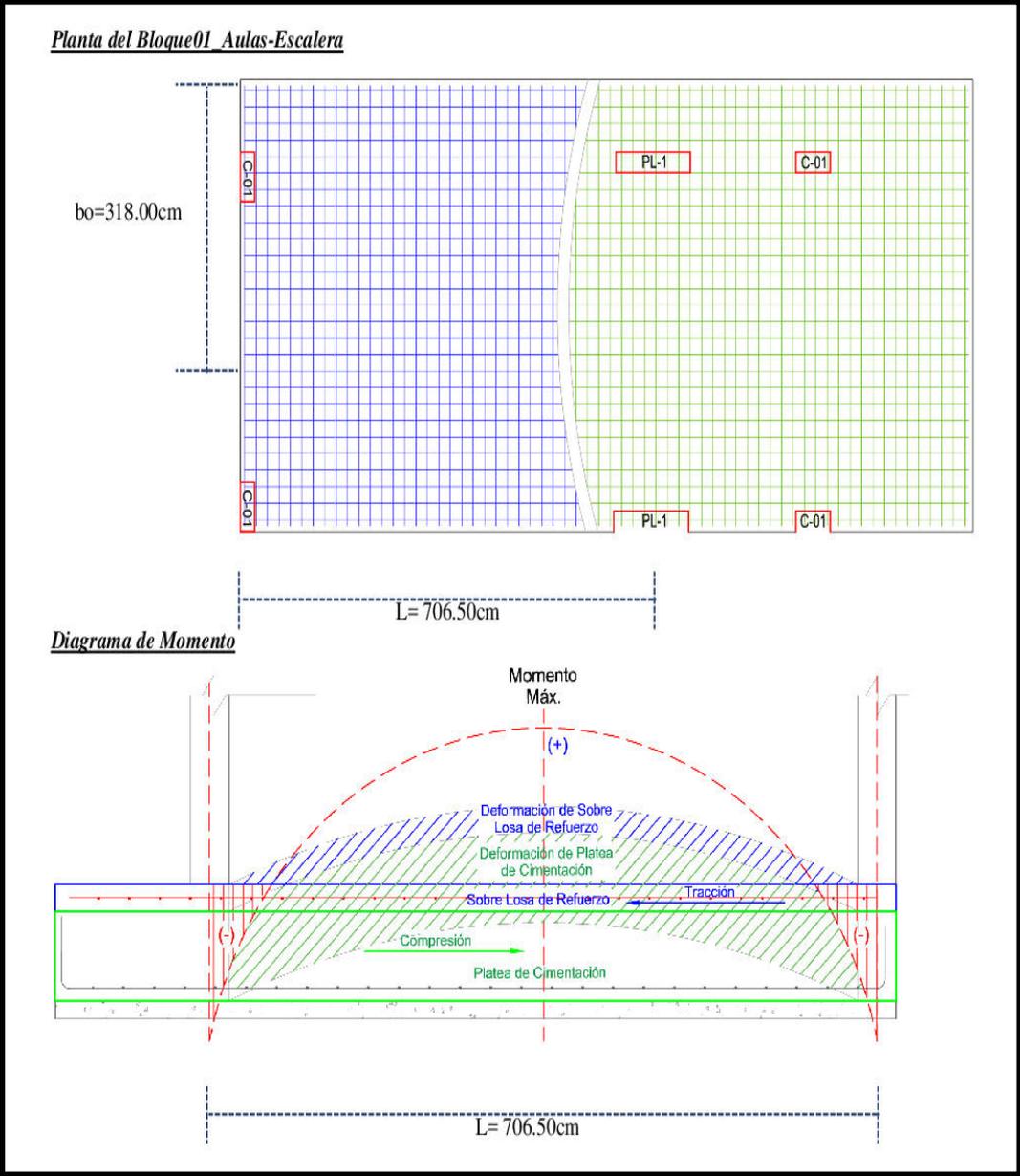
Distribución de Refuerzos en Losa de Cimentación por diseño de elementos finitos – Acero Superior - Dirección 2 (Eje “Y”).



Nota. Elaboración propia

Figura 74

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje “Y” parte 1.



Nota. Elaboración propia

Figura 75

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "Y" parte 2.

Mmáx = 23.65 Tn-mt (Del cálculo estructural Etabs)
Nº de varillas de 1/2" en la sobrelosa a tracción = 11 varillas $A_s = 13.97 \text{ cm}^2$

Cálculo efectivo "be"
Determinamos el ancho efectivo que aporta la losa en la resistencia a la compresión.
be = viga exterior
be ≤ L/8 ó be ≤ 0.5 bo Se debe tomar el menor de los dos valores

L=Luz o Claro
bo=Espacimaineto entre vigas

be ≤ 706.50 cm / 8
be ≤ 88.31 cm

be ≤ 159.00 cm

Se tomara como
be = 88.31 cm

Cálculo de la Ubicación del Eje Neutro Plástico y Verificación de la Resistencia
Verificacion si, el eje neutro se encuentra en el concreto a compresion para el cual se debe cumplir que:

a ≤ ts (espesor de losa de concreto)
C = (Resistencia del concreto a compresion)
Ø = 0.85 factor de reducción de resistencia
f_c = 210 Kg/ Calidad del concreto

C = 0.85 x f'c x be x a
C = 15.76 x a
a = C / 15.76

Calculamos la resistencia del acero a traccion (T)
Conociendo que:
A_s = 13.97 cm² As: Viene del acero en tracción de la sobrelosa.
f_y = 4.20 Tn/cm²

T = A_s x f_y
T = 58.67 Tn

Y por equilibrio (igualamos C=T):
C = T
De donde calculamos "a" espesor de la losa a compresión (distancia del eje neutro, al borde mas alejada del C°)

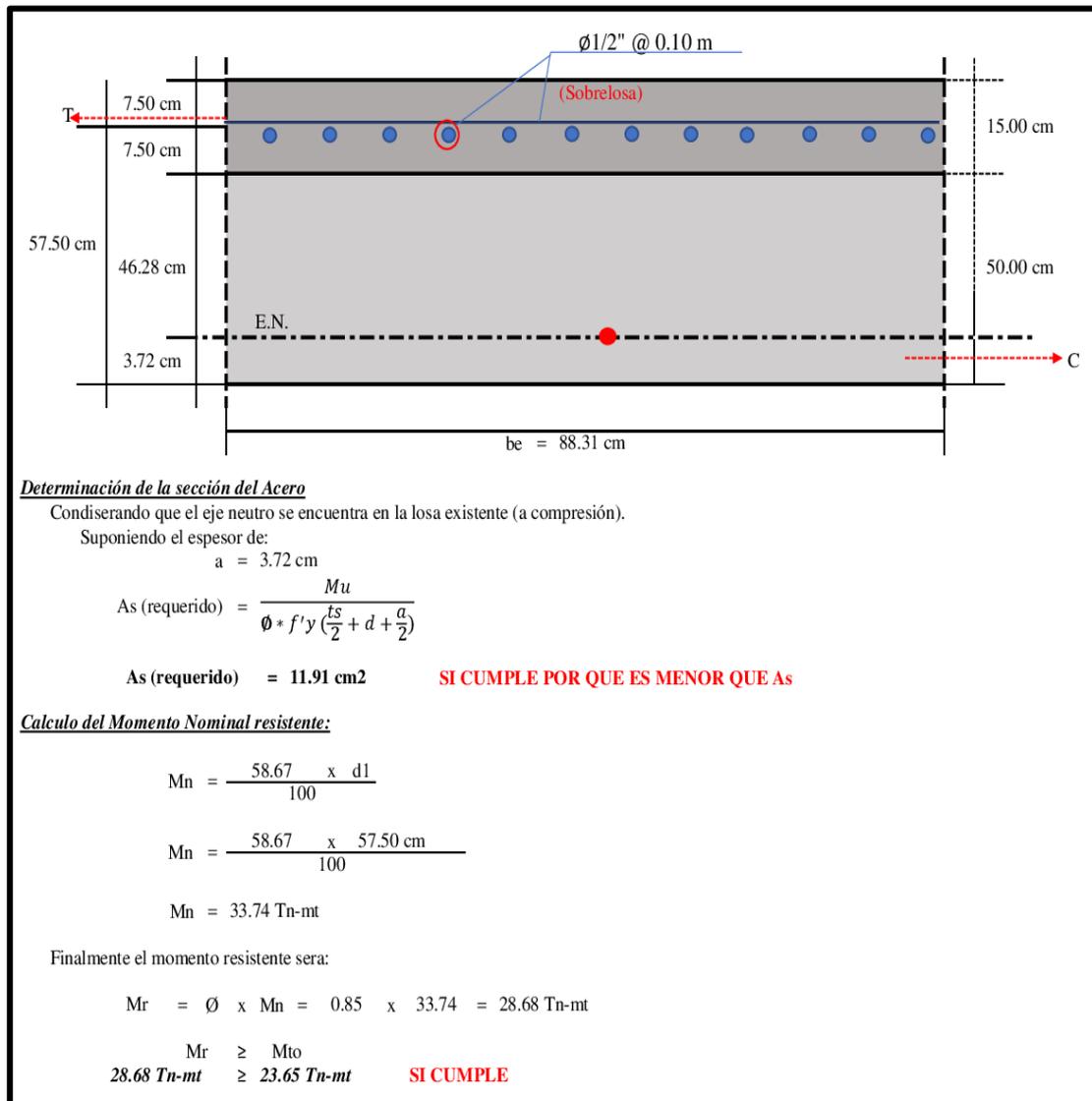
a = $\frac{58.67}{15.76}$

a = 3.72 cm

Nota. Elaboración propia

Figura 76

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "Y" parte 3.



Nota. Elaboración propia

Figura 77

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "Y" parte 4.

Diseño de Conectores de Corte

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-090, artículo 9.5.2. Fuerza de Corte Horizontal de determina que:

La fuerza Cortante Horizontal de momento cero se tomará como el menor de los siguientes valores:

- 1.- $0.85 \times f'c \times Ac = C$
- 2.- $As \times fy = T$
- 3.- ΣQn (No aplica para este caso)

Entonces el Corte Horizontal máximo será:

$$C = T = Vh \quad (\text{Se tomara el menor de los casos})$$
$$Vh = 58.67 \text{ Tn}$$

Resistencia de los Pernos de Corte

La resistencia nominal de un perno de corte embebido en una losa sólida de concreto es:

$$Qn = 0.5 \times Asc \times \sqrt{f'c \times Ec} \leq Asc \times Fu \quad (\text{Reglamento Nacional de Edificaciones, Artículo 9.5.3 Resistencia de los pernos de corte})$$

Donde:

Asc: área de la sección transversal del perno de corte.
fc: resistencia a la compresión especificada del concreto.
Fu: resistencia a la tracción mínima especificada de un perno de corte.
Ec: módulo de elasticidad del concreto.

Entonces para nuestro caso utilizaremos un anclaje de acero corrugado $\emptyset 5/8$ con una longitud de 0.35m, para ser anclado en concreto de: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por cada unidad.

$$Qn = 0.5 \times Asc \times ((fc \times Ec)^{0.5}) \leq Asc \times Fu$$
$$Qn = 0.5 \times 1.98 \times ((210 \text{ kg/cm}^2 \times 217370.651)^{0.5}) \leq 1.98 \times 6.30 \text{ Tn}$$
$$Qn = 6.69 \text{ Tn} \leq 12.47 \text{ Tn} \quad \text{SI CUMPLE}$$

Factor de reducción de resistencia para conectores de corte embebidos en una losa, se da por las ecuaciones 9.3-1 y 9.3-2 del RNE:

$$Qn(u) = Qn \times 0.85$$
$$Qn(u) = 6.69 \text{ Tn} \times 0.85$$
$$Qn(u) = 5.68 \text{ Tn}$$

Para el cual se necesitarán:

$$N = Vh / Rc \quad (\text{Diseño Estructural en Acero - Capítulo Conectores de Corte - Luis F. Zapata Baglietto})$$
$$N = 10.32$$

Entonces se utilizaran **11** pernos desde los apoyos.

Distancia del centro de la Losa hacia los apoyos

$$d = L / 2$$
$$d = 353.25 \text{ cm}$$

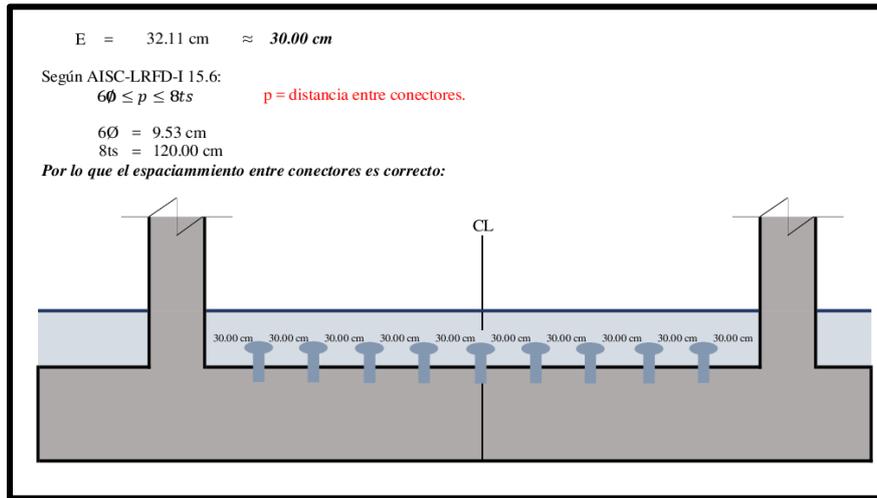
El espaciamiento sera:

$$E = d / N$$

Nota. Elaboración propia

Figura 78

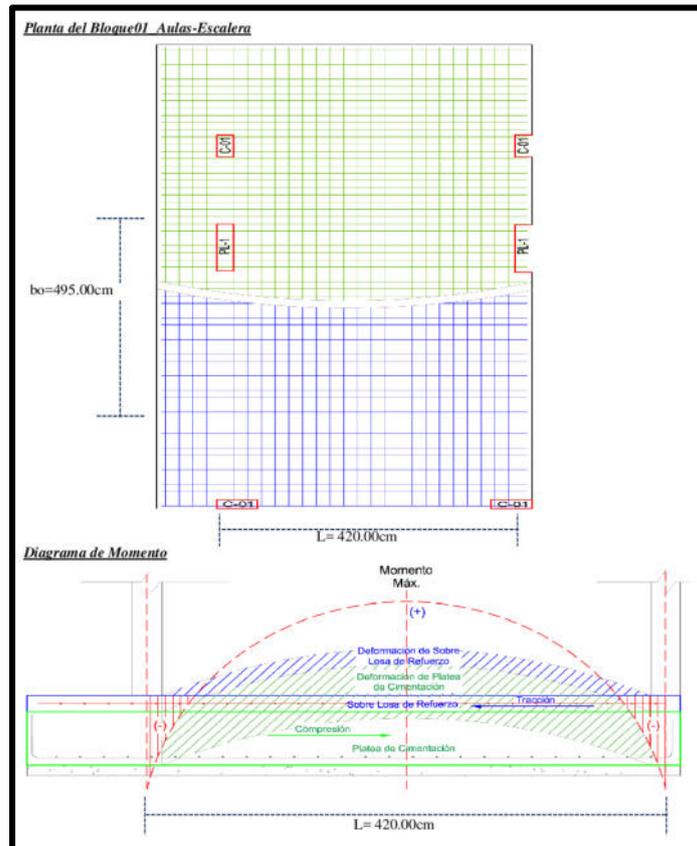
Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "Y" parte 5.



Nota. Elaboración propia

Figura 79

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "X" parte 1.



Nota. Elaboración propia

Figura 80

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "X" parte 2.

Mmáx = 31.99 Tn-mt (Del cálculo estructural Etabs)
Nº de varillas de 1/2" en la sobrelosa a tracción = 16 varillas As = 20.32 cm²

Cálculo efectivo "be"
Determinamos el ancho efectivo que aporta la losa en la resistencia a la compresión.
be = viga interior
be ≤ L/8 ó be ≤ 0.5 bo Se debe tomar el menor de los dos valores
L=Luz o Claro
bo=Espacimaineto entre vigas

be ≤ 420.00 cm / 8
be ≤ 52.50 cm

be ≤ 247.50 cm

Se tomara como
be = 52.50 cm

Calculo de la Ubicación del Eje Neutro Plástico y Verificación de la Resistencia
Verificación si, el eje neutro se encuentra en el concreto a compresion para el cual se debe cumplir que:

a ≤ ts (espesor de losa de concreto)
C = (Resistencia del concreto a compresion)
Ø = 0.85 factor de reducción de resistencia
fc = 210 Kg/ Calidad del concreto

C = 0.85 x f'c x be x a
C = 9.37 x a
a = C / 9.37

Calculamos la resistencia del acero a traccion (T)
Conociendo que:
As = 20.32 cm² As: Viene del acero en tracción de la sobrelosa.
fy = 4.20 Tn/cm²

T = As x fy
T = 85.34 Tn

Y por equilibrio (igualamos C=T):
C = T
De donde calculamos "a" espesor de la losa a compresión (distancia del eje neutro, al borde mas alejada del C°)

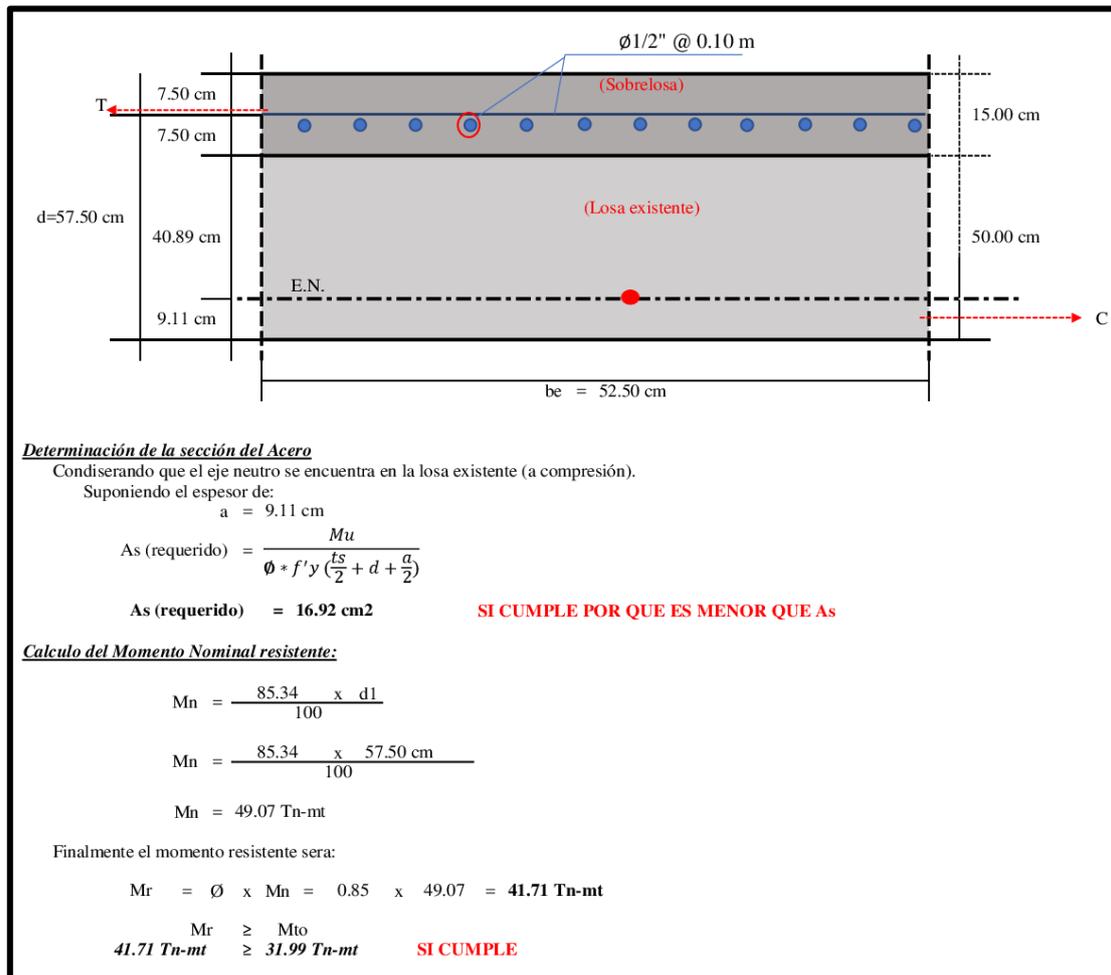
a = $\frac{85.34}{9.37}$

a = 9.11 cm

Nota. Elaboración propia

Figura 81

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "X" parte 3.



Nota. Elaboración propia

Figura 82

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "X" parte 4.

Diseño de Conectores de Corte

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-090, artículo 9.5.2. Fuerza de Corte Horizontal de determina que:

La fuerza Cortante Horizontal de momento cero se tomará como el menor de los siguientes valores:

- 1.- $0.85 \times f'c \times Ac = C$
- 2.- $As \times fy = T$
- 3.- ΣQn (No aplica para este caso)

Entonces el Corte Horizontal máximo será:

$$C = T = Vh \quad (\text{Se tomara el menor de los casos})$$

$$Vh = 85.34 \text{ Tn}$$

Resistencia de los Pernos de Corte

La resistencia nominal de un perno de corte embebido en una losa sólida de concreto es:

$$Qn = 0.5 \times Asc \times \sqrt{f'c \times Ec} \leq Asc \times Fu \quad (\text{Reglamento Nacional de Edificaciones, Artículo 9.5.3 Resistencia de los pernos de corte})$$

Donde:

- Asc: área de la sección transversal del perno de corte.
- fc: resistencia a la compresión especificada del concreto.
- Fu: resistencia a la tracción mínima especificada de un perno de corte.
- Ec: módulo de elasticidad del concreto.

Entonces para nuestro caso utilizaremos un anclaje de acero corrugado $\emptyset 5/8$ con una longitud de 0.35m, para ser anclado en concreto de: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por cada unidad.

$$\begin{aligned} Qn &= 0.5 \times Asc \times ((fc \times Ec)^{0.5}) \leq Asc \times Fu \\ Qn &= 0.5 \times 1.98 \times ((210 \text{ kg/cm}^2 \times 217370.651)^{0.5}) \leq 1.98 \times 6.30 \text{ Tn} \\ Qn &= 6.69 \text{ Tn} \leq 12.47 \text{ Tn} \quad \text{SI CUMPLE} \end{aligned}$$

Factor de reducción de resistencia para conectores de corte embebidos en una losa, se da por las ecuaciones 9.3-1 y 9.3-2 del RNE:

$$\begin{aligned} Qn(u) &= Qn \times 0.85 \\ Qn(u) &= 6.69 \text{ Tn} \times 0.85 \\ Qn(u) &= 5.68 \text{ Tn} \end{aligned}$$

Para el cual se necesitarán:

$$N = Vh / Rc \quad (\text{Diseño Estructural en Acero - Capitulo Conectores de Corte - Luis F. Zapata Baglietto})$$

$$N = 15.02$$

Entonces se utilizaran **16** pernos desde los apoyos.

Distancia del centro de la Losa hacia los apoyos

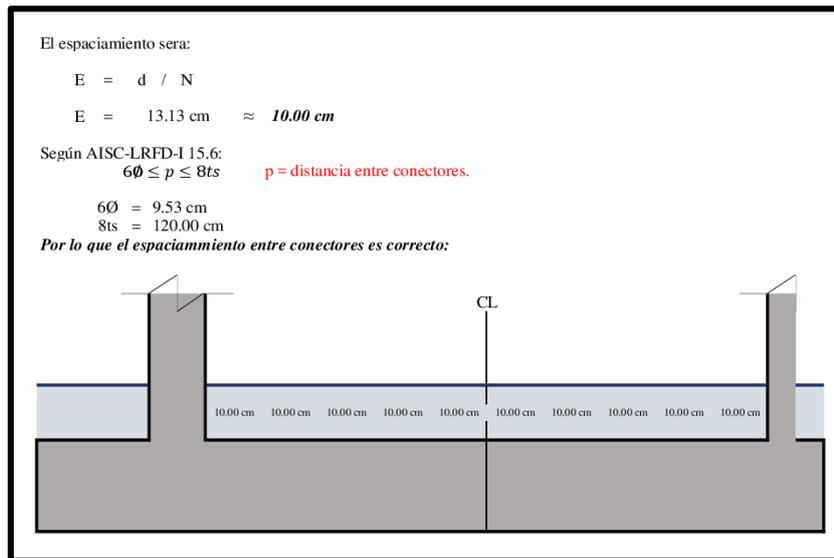
$$d = L / 2$$

$$d = 210.00 \text{ cm}$$

Nota. Elaboración propia

Figura 83

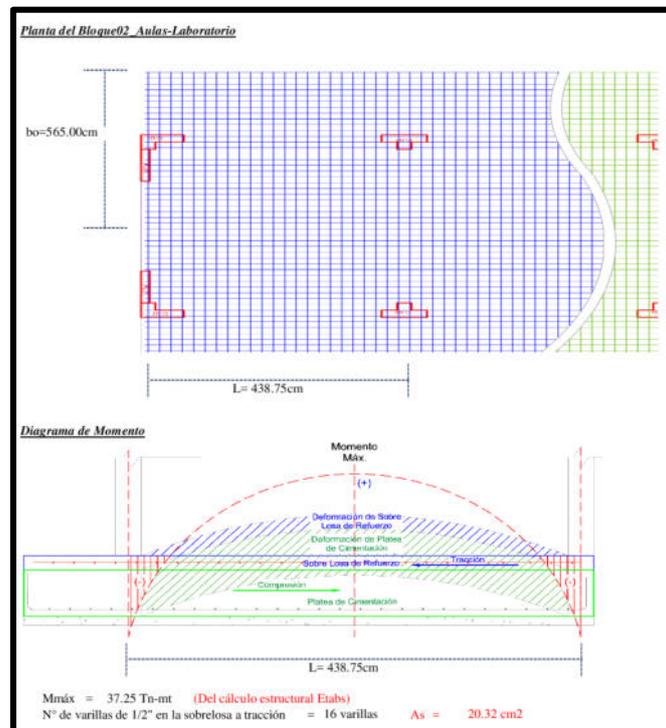
Cálculo de Conectores de Corte Bloque 01_Aulas-Escalera para el Eje "X" parte 5.



Nota. Elaboración propia

Figura 84

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "Y" parte 1.



Nota. Elaboración propia

Figura 85

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "Y" parte 2.

Cálculo efectivo "be"

Determinamos el ancho efectivo que aporta la losa en la resistencia a la compresión.

be = viga interior

$be \leq L/4$ ó $be \leq bo$ Se debe tomar el menor de los dos valores

L=Luz o Claro

bo=Espacimaineto entre vigas

$$be \leq 438.75 \text{ cm} / 4$$

$$be \leq 109.69 \text{ cm}$$

$$be \leq 565.00 \text{ cm}$$

Se tomara como

$$be = 109.69 \text{ cm}$$

Calculo de la Ubicación del Eje Neutro Plástico y Verificación de la Resistencia

Verificación si, el eje neutro se encuentra en el concreto a compresion

para el cual se debe cumplir que:

a ≤ ts (espesor de losa de concreto)

C = (Resistencia del concreto a compresion)

Ø = 0.85 factor de reducción de resistencia

f'c = 210 Kg/ Calidad del concreto

$$C = 0.85 \times f'c \times be \times a$$

$$C = 19.58 \times a$$

$$a = C / 19.58$$

Calculamos la resistencia del acero a traccion (T)

Conociendo que:

$$As = 20.32 \text{ cm}^2$$

$$fy = 4.20 \text{ Tn/cm}^2$$

As: Viene del acero en tracción de la sobrelosa.

$$T = As \times fy$$

$$T = 85.34 \text{ Tn}$$

Y por equilibrio (igualamos C=T):

$$C = T$$

De donde calculamos "a" espesor de la losa a compresión (distancia del eje neutro, al borde mas alejada del C°)

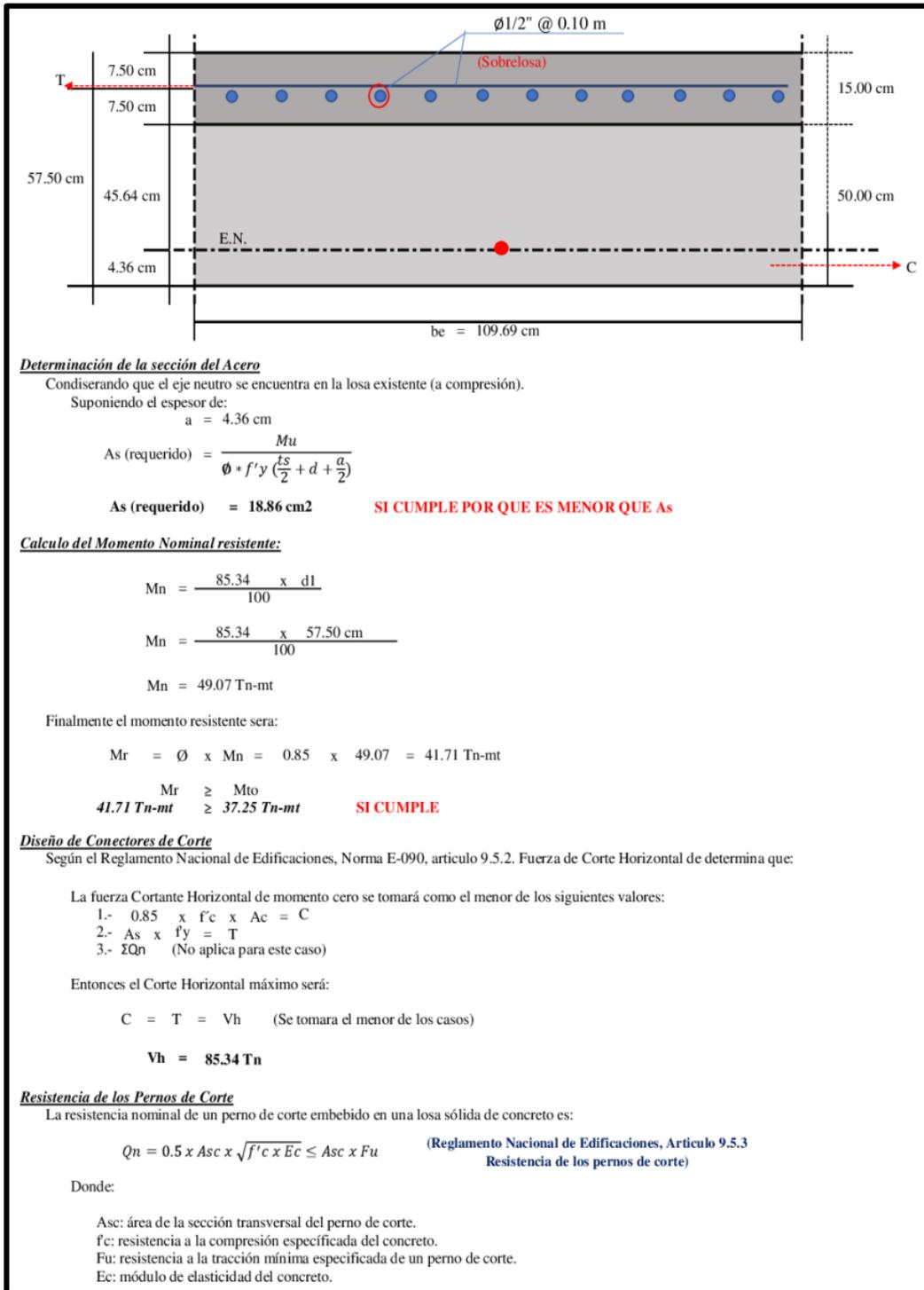
$$a = \frac{85.34}{19.58}$$

$$a = 4.36 \text{ cm}$$

Nota. Elaboración propia

Figura 86

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "Y" parte 3.



Nota. Elaboración propia

Figura 87

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "Y" parte 4.

Entonces para nuestro caso utilizaremos un anclaje de acero corrugado $\emptyset 5/8$ con una longitud de 0.35m, para ser anclado en concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por cada unidad.

$$Q_n = 0.5 \times A_{sc} \times ((f_c \times E_c)^{0.5}) \leq A_{sc} \times F_u$$

$$Q_n = 0.5 \times 1.98 \times ((210 \text{ kg/cm}^2 \times 217370.651)^{0.5}) \leq 1.98 \times 6.30 \text{ Tn}$$

$$Q_n = 6.69 \text{ Tn} \leq 12.47 \text{ Tn} \quad \text{SI CUMPLE}$$

Factor de reducción de resistencia para conectores de corte embebidos en una losa, se da por las ecuaciones 9.3-1 y 9.3-2 del RNE:

$$Q_n(u) = Q_n \times 0.85$$

$$Q_n(u) = 6.69 \text{ Tn} \times 0.85$$

$$Q_n(u) = 5.68 \text{ Tn}$$

Para el cual se necesitarán:

$$N = V_h / R_c \quad (\text{Diseño Estructural en Acero - Capitulo Conectores de Corte - Luis F. Zapata Baglietto})$$

$$N = 15.02$$

Entonces se utilizaran **16** pernos desde los apoyos.

Distancia del centro de la Losa hacia los apoyos

$$d = L / 2$$

$$d = 219.38 \text{ cm}$$

El espaciamiento sera:

$$E = d / N$$

$$E = 13.71 \text{ cm} \approx 10.00 \text{ cm}$$

Según AISC-LRFD-I 15.6:
 $6\emptyset \leq p \leq 8t_s$ $p = \text{distancia entre conectores.}$

$$6\emptyset = 9.53 \text{ cm}$$

$$8t_s = 120.00 \text{ cm}$$

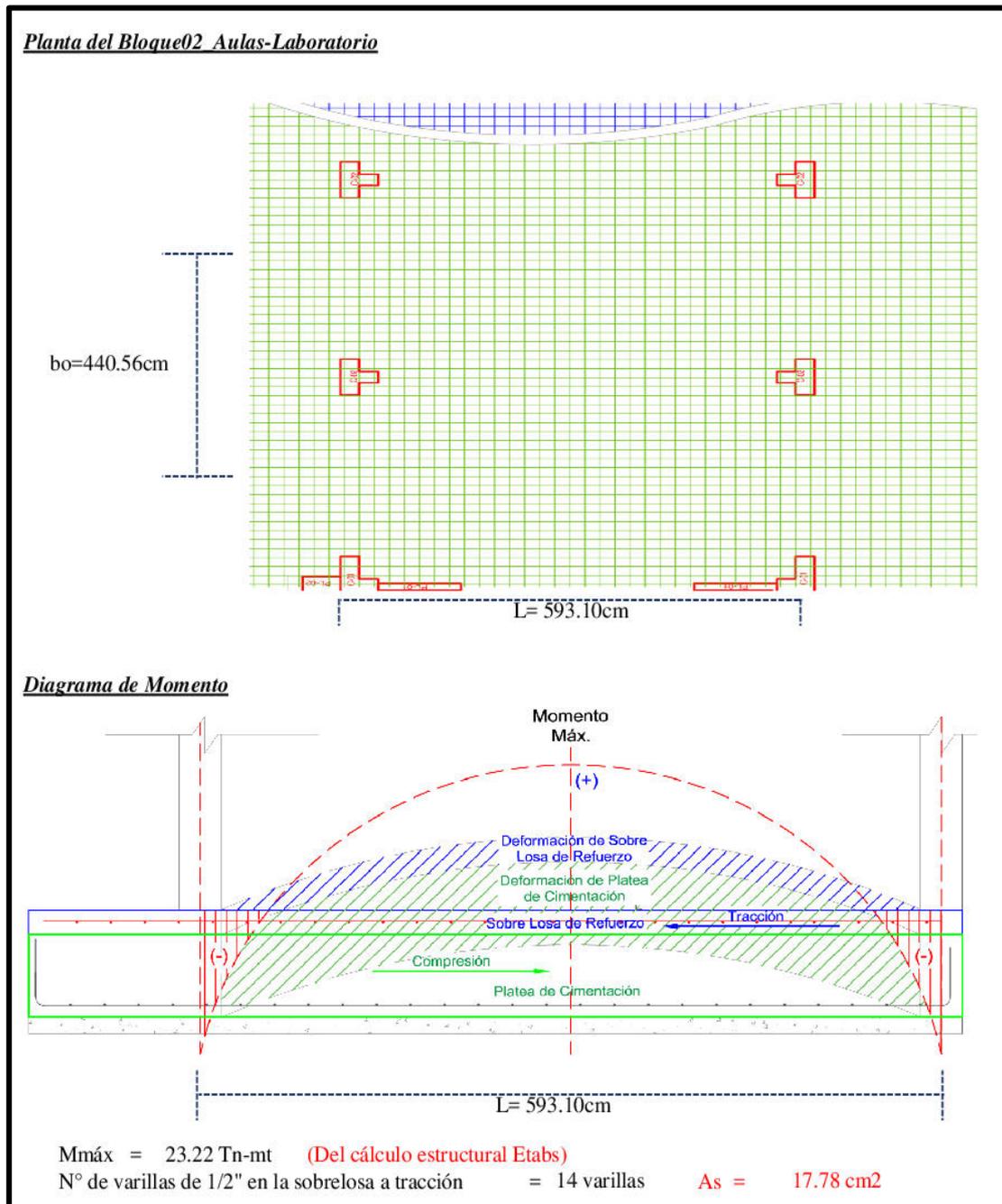
Por lo que el espaciamiento entre conectores es correcto:

El diagrama muestra un bloque de concreto con un eje horizontal de centro (CL) y dos columnas de apoyo. Se muestran 16 conectores de corte distribuidos a lo largo del eje CL, con un espaciamiento de 10.00 cm entre ellos.

Nota. Elaboración propia

Figura 88

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X" parte 1.



Nota. Elaboración propia

Figura 89

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X" parte 2.

Cálculo efectivo "be"

Determinamos el ancho efectivo que aporta la losa en la resistencia a la compresión.

be = viga interior

be ≤ L/4 ó be ≤ bo Se debe tomar el menor de los dos valores

L=Luz o Claro

bo=Espacimaineto entre vigas

$$be \leq 593.10 \text{ cm} / 4$$

$$be \leq 148.28 \text{ cm}$$

$$be \leq 440.56 \text{ cm}$$

Se tomara como

$$be = 148.28 \text{ cm}$$

Calculo de la Ubicación del Eje Neutro Plástico y Verificación de la Resistencia

Verificación si, el eje neutro se encuentra en el concreto a compresion para el cual se debe cumplir que:

a ≤ ts (espesor de losa de concreto)

C = (Resistencia del concreto a compresion)

Ø = 0.85 factor de reducción de resistencia

f_c = 210 Kg/ Calidad del concreto

$$C = 0.85 \times f_c \times be \times a$$

$$C = 26.47 \times a$$

$$a = C / 26.47$$

Calculamos la resistencia del acero a traccion (T)

Conociendo que:

$$As = 17.78 \text{ cm}^2$$

As: Viene del acero en tracción de la sobrelosa.

$$fy = 4.20 \text{ Tn/cm}^2$$

$$T = As \times fy$$

$$T = 74.68 \text{ Tn}$$

Y por equilibrio (igualamos C=T):

$$C = T$$

De donde calculamos "a" espesor de la losa a compresión (distancia del eje neutro, al borde mas alejada del C°)

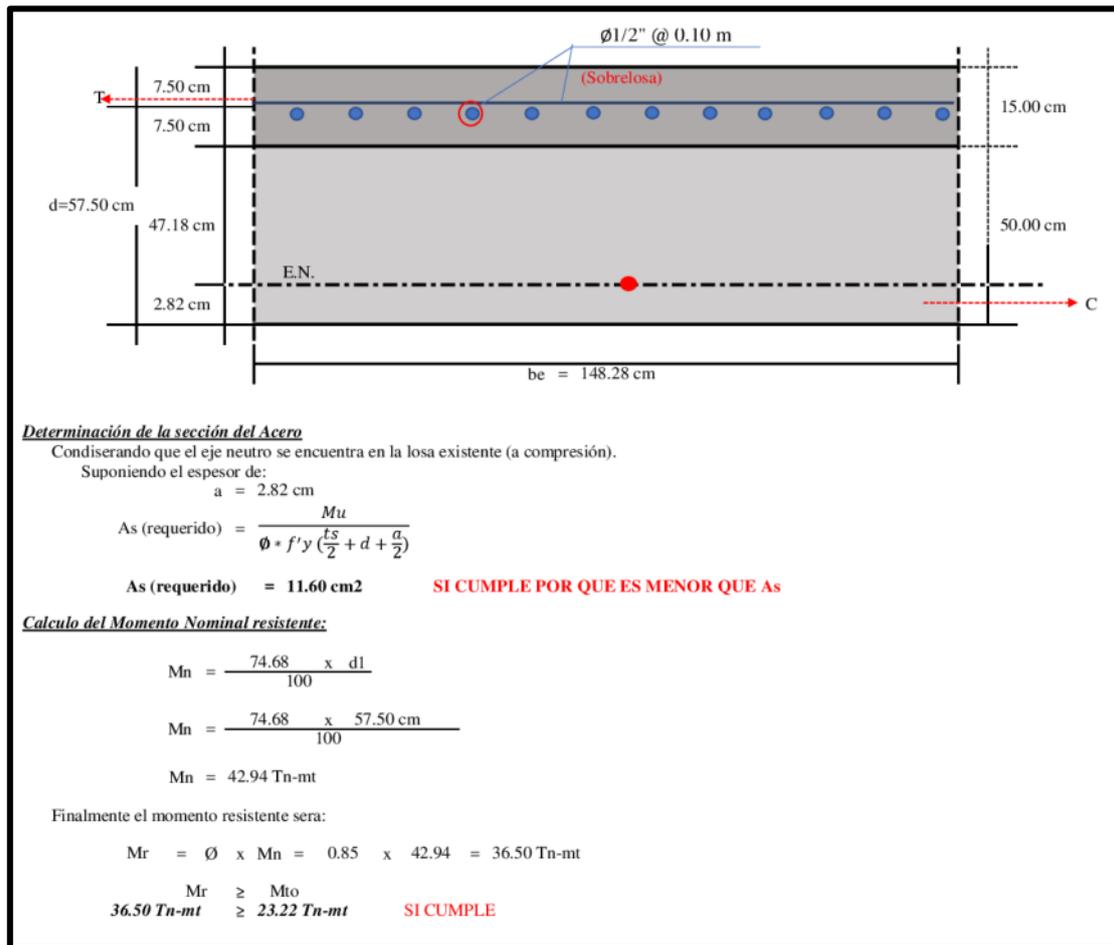
$$a = \frac{74.68}{26.47}$$

$$a = 2.82 \text{ cm}$$

Nota. Elaboración propia

Figura 90

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X" parte 3.



Nota. Elaboración propia

Figura 91

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X" parte 4.

Diseño de Conectores de Corte

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E-090, artículo 9.5.2. Fuerza de Corte Horizontal de determina que:

La fuerza Cortante Horizontal de momento cero se tomará como el menor de los siguientes valores:

- 1.- $0.85 \times f_c \times A_c = C$
- 2.- $A_s \times f_y = T$
- 3.- $\sum Q_n$ (No aplica para este caso)

Entonces el Corte Horizontal máximo será:

$$C = T = V_h \quad (\text{Se tomara el menor de los casos})$$
$$V_h = 74.68 \text{ Tn}$$

Resistencia de los Pernos de Corte

La resistencia nominal de un perno de corte embebido en una losa sólida de concreto es:

$$Q_n = 0.5 \times A_{sc} \times \sqrt{f'_c \times E_c} \leq A_{sc} \times F_u \quad (\text{Reglamento Nacional de Edificaciones, Artículo 9.5.3})$$

Resistencia de los pernos de corte)

Donde:

Asc: área de la sección transversal del perno de corte.
f'c: resistencia a la compresión especificada del concreto.
Fu: resistencia a la tracción mínima especificada de un perno de corte.
Ec: módulo de elasticidad del concreto.

Entonces para nuestro caso utilizaremos un anclaje de acero corrugado $\emptyset 5/8$ con una longitud de 0.35m, para ser anclado en concreto de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por cada unidad.

$$Q_n = 0.5 \times A_{sc} \times ((f'_c \times E_c)^{0.5}) \leq A_{sc} \times F_u$$
$$Q_n = 0.5 \times 1.98 \times ((210 \text{ kg/cm}^2 \times 217370.651)^{0.5}) \leq 1.98 \times 6.30 \text{ Tn}$$
$$Q_n = 6.69 \text{ Tn} \leq 12.47 \text{ Tn} \quad \text{SI CUMPLE}$$

Factor de reducción de resistencia para conectores de corte embebidos en una losa, se da por las ecuaciones 9.3-1 y 9.3-2 del RNE:

$$Q_n(u) = Q_n \times 0.85$$
$$Q_n(u) = 6.69 \text{ Tn} \times 0.85$$
$$Q_n(u) = 5.68 \text{ Tn}$$

Para el cual se necesitarán:

$$N = V_h / R_c \quad (\text{Diseño Estructural en Acero - Capitulo Conectores de Corte - Luis F. Zapata Baglietto})$$
$$N = 13.14$$

Entonces se utilizaran **14** pernos desde los apoyos.

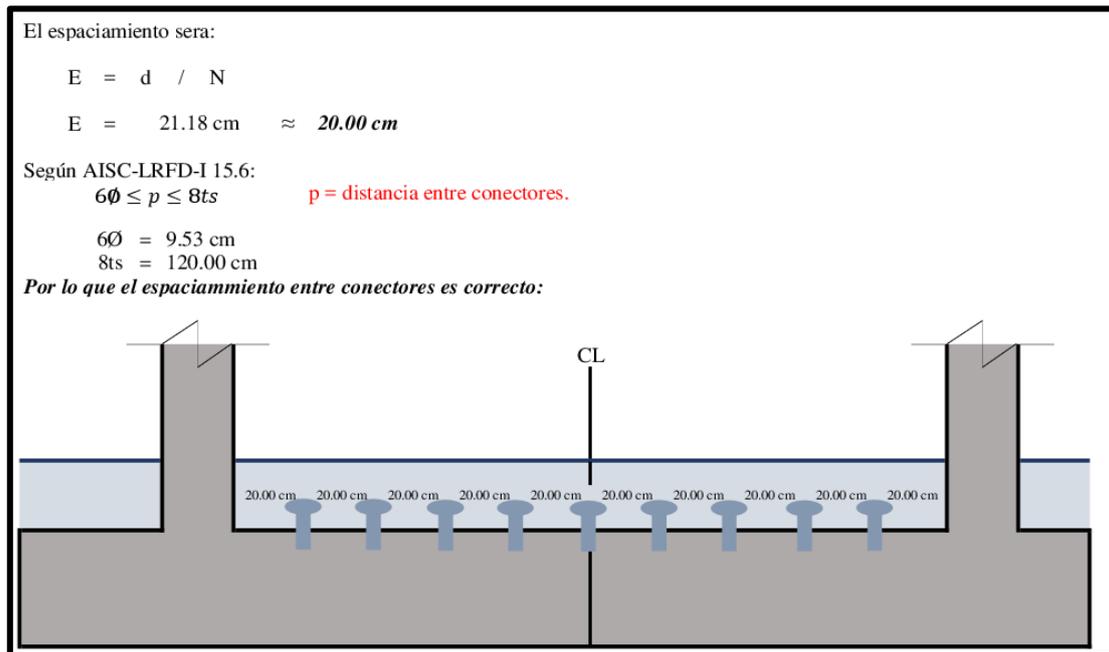
Distancia del centro de la Losa hacia los apoyos

$$d = L / 2$$
$$d = 296.55 \text{ cm}$$

Nota. Elaboración propia

Figura 92

Cálculo de Conectores de Corte Bloque 02_Aulas-Laboratorio para el Eje "X" parte 5.



Nota. Elaboración propia