



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL

TEMA: “PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA CONSTRUCCIONES BASADAS EN EL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.”

AUTOR: Esteban Paúl Naranjo Rea

TUTOR: Ing. Lenin Rafael Maldonado Narváez

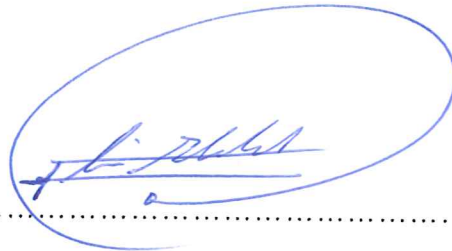
AMBATO ECUADOR

2019

CERTIFICACIÓN

Yo Ing. Lenin Rafael Maldonado Narvárez certifico que el presente trabajo experimental bajo el tema “PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA CONSTRUCCIONES BASADAS EN EL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” realizado por el señor Esteban Paul Naranjo Rea estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, se desarrolló bajo mi inspección, siendo un trabajo elaborado de manera personal.

Ambato, Noviembre de 2019



Ing. Lenin Rafael Maldonado Narvárez

TUTOR

AUTORÍA

Yo, Esteban Paúl Naranjo Rea, con C.I. 1805211594 egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica perteneciente a la carrera de Ingeniería Civil, certifico por medio de la presente que el contenido y los comentarios del trabajo experimental con el tema: **“PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA CONSTRUCCIONES BASADAS EN EL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”** es de mi completa autoría.

Ambato, Noviembre de 2019



.....
Esteban Paúl Naranjo Rea

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Noviembre de 2019




.....
Esteban Paúl Naranjo Rea

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

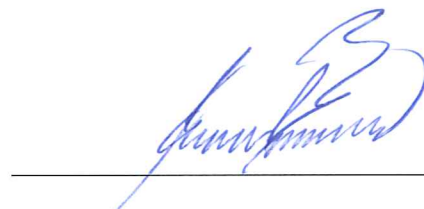
Los miembros del tribunal examinador aprueban el Trabajo Experimental, realizado por el Sr. Esteban Paúl Naranjo Rea, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato bajo el tema: **“PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA CONSTRUCCIONES BASADAS EN EL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”**

Ambato, Noviembre 2019

Para constancia firman



Ing. Andrés Hidalgo



Ing. Geovanny Paredes

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación y todos mis futuros logros académicos, laborales y personales a mi ángel de la guarda terrenal y espiritual, a mi hermano mayor Miguel Ángel Naranjo Rea, por ser el pilar fundamental de toda mi vida, constituyéndose como un ejemplo a seguir de valentía, inteligencia, bondad y superación, no solo para mi sino para toda mi familia.

De igual manera dedico este trabajo a mis padres Robert y Susana que a pesar de todos los obstáculos de la vida han sabido enseñarme valores como la bondad, honestidad y responsabilidad que han hecho que luche por ser primero una buena persona y después de ello un excelente profesional.

Por ultimo quiero dedicar este logro a mi hermano menor Renato Rafael, que con su sonrisa, personalidad y compañía alegra cada segundo de mis días y me motiva a ser un mejor hombre.

Esteban Paul Naranjo Rea

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por la vida que me ha dado, llena de oportunidades, aprendizajes y lecciones que atesoraré en mi mente y corazón.

Agradezco infinitamente a mis padres Robert y Susana, a mis hermanos Miguel y Renato por su amor y apoyo incondicional reflejado en cada momento de mi vida

Agradezco profundamente a mi tutor Ing. Lenin Maldonado y al Ing. Andrés Hidalgo por haber compartido conmigo sus valiosos conocimientos, su invaluable apoyo y por convertirse en verdaderos guías y maestros a lo largo de mi vida estudiantil y mucho más en este trabajo de titulación

Agradezco a mis amigos y futuros colegas con quienes compartimos victorias, derrotas, y un centenar de experiencias a lo largo de nuestra vida estudiantil.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato y especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, a todos sus docentes y personal administrativo por todo el trabajo y esfuerzo que ponen día a día y se refleja con el éxito de cada estudiante que ha cursado en sus aulas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-------|
| PORTADA..... | i |
| AUTORÍA..... | iii |
| DERECHOS DE AUTOR..... | iv |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | v |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xii |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xiii |
| ÍNDICE DE FÓRMULAS | xvi |
| RESUMEN EJECUTIVO | xvii |
| ABSTRACT..... | xviii |
| CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO | 1 |
| 1.1. Antecedentes investigativos..... | 1 |
| 1.1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.1.2. Justificación | 3 |
| 1.1.3. Fundamentación teórica..... | 5 |
| ORIGEN DE LA CIVILIZACIÓN..... | 5 |
| EJES PARA EL DESARROLLO DE UNA CIUDAD | 5 |
| Ciudades sustentables..... | 8 |
| Contaminación en ciudades | 10 |
| GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) EN CIUDADES..... | 12 |
| INFLUENCIA DEL CO ₂ EN EL CAMBIO CLIMÁTICO | 23 |

| | |
|--|----|
| PROTECCIÓN Y LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO | 28 |
| EMISIONES DE CO2 EN ECUADOR..... | 31 |
| CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI..... | 34 |
| Alcance 1: Emisiones Directas de GEI..... | 38 |
| Alcance 2: Electricidad Indirecta de Emisiones de GEI..... | 38 |
| Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI..... | 38 |
| NORMA ISO 14064 | 40 |
| GHG PROTOCOL – ALCANCES 1, 2 Y 3..... | 40 |
| BILAN CARBONE | 41 |
| CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES..... | 42 |
| BASE DE DATOS..... | 45 |
| ENFOQUE EN LA CONSTRUCCIÓN | 46 |
| TIPOS DE ESTRUCTURAS..... | 48 |
| VOLUMENES DE OBRA | 55 |
| EDIFICACIONES VERDES..... | 56 |
| LEED (Leadership in Energy and Enviromental Design) | 63 |
| Construcción Ecológica..... | 67 |
| La industria de la construcción ecológica..... | 68 |
| Ubicación de los edificios ecológicos..... | 70 |
| LEED EN LA PRÁCTICA..... | 72 |
| 1.1.4. Hipótesis | 78 |
| 1.2. Objetivos | 78 |
| 1.2.1. Objetivo general..... | 78 |
| 1.2.2. Objetivos específicos | 78 |

| | |
|--|-----|
| CAPITULO II.- METODOLOGÍA | 79 |
| 2.1. Materiales y Equipos | 81 |
| Materiales: | 81 |
| Equipos: | 81 |
| 2.2. Métodos | 82 |
| 2.2.1. Plan de recolección de datos | 82 |
| 2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de información | 83 |
| CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 85 |
| 3.1. Fase de levantamiento de Información..... | 85 |
| Tabla de Rubros de construcción..... | 85 |
| Factores de Emisión..... | 87 |
| Información del Edificio..... | 89 |
| Modelación del edificio. | 96 |
| 3.2. Resultados y Análisis de la Condición Inicial..... | 115 |
| Transformación de unidades..... | 115 |
| Rubros y factores de emisión..... | 127 |
| Cálculo de huella de carbono por rubro..... | 130 |
| Resumen de materiales | 137 |
| Análisis Actual..... | 139 |
| 3.3. Propuesta de mejora. | 140 |
| Nueva huella de carbono..... | 140 |
| Resumen de materiales | 148 |
| Modelo Estructural de la propuesta | 150 |
| 3.4. Análisis Antes y Después | 157 |

| | |
|--|-----|
| Emisiones totales por material..... | 158 |
| Variantes en las emisiones de CO2 por rubros..... | 158 |
| Variantes en los modelados estructurales..... | 160 |
| 3.5. Verificación de la hipótesis | 161 |
| CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 165 |
| 4.1. Conclusiones..... | 165 |
| 4.2. Recomendaciones..... | 166 |
| C. MATERIALES DE REFERENCIA..... | 167 |
| Bibliografía | 167 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Potencial de Calentamiento Global para los GEI..... | 13 |
| Tabla 2. Fuentes de Emisión de GEI..... | 22 |
| Tabla 3. Emisiones de Co2 en el Ecuador..... | 31 |
| Tabla 4. Tabla de rubros de construcción del Edificio de Ciencias Básicas..... | 85 |
| Tabla 5. Factores de Emisión por material..... | 88 |
| Tabla 6. Cuadro de Plintos..... | 93 |
| Tabla 7. Cuadro de Columnas..... | 95 |
| Tabla 8. Cargas sobre vigas por niveles..... | 106 |
| Tabla 9. Cargas Delta P sobre Tablero..... | 107 |
| Tabla 10. Adicional de Carga muerta en losas..... | 108 |
| Tabla 11. Segundo Chequeo..... | 110 |
| Tabla 12. Acumulación de Masas..... | 110 |
| Tabla 13. Obtención de toneladas de material..... | 115 |
| Tabla 14. Materiales y factores de emisión por cada rubro..... | 127 |
| Tabla 15. Factores de emisión por rubro..... | 131 |
| Tabla 16. Emisiones de CO2 por material..... | 137 |
| Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2..... | 141 |
| Tabla 18. Toneladas de CO2 por material de la Propuesta..... | 148 |
| Tabla 19. Adicional de carga muerta en la losa de la propuesta..... | 150 |
| Tabla 20. Segundo Chequeo..... | 152 |
| Tabla 21. Acumulación de Masas..... | 152 |
| Tabla 22. Tabla comparativa de emisiones de CO2..... | 157 |
| Tabla 23. Tabla comparativa en la reducción de CO2 por rubros..... | 159 |
| Tabla 24. Relación en el cambio de adicional de carga muerta en losas..... | 160 |
| Tabla 25. Prueba con observaciones apareadas..... | 161 |
| Tabla 26. Dosificaciones de concreto según su resistencia..... | 171 |
| Tabla 27. Dosificaciones de mortero..... | 171 |
| Tabla 28. Especificaciones técnicas de mallas electrosoldadas..... | 172 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Ilustración 1. Inventario de las emisiones de GEI desde 1990 al 2017..... | 13 |
| Ilustración 2. Emisiones de Dióxido de Carbono desde 1990 al 2017..... | 15 |
| Ilustración 3. Variación en las emisiones de CO2 desde 1990 al 2017. | 16 |
| Ilustración 4. Emisiones de GEI según el gas desde 1990 al 2017. | 16 |
| Ilustración 5. Fuentes para las emisiones de metano desde 1990 al 2017. | 18 |
| Ilustración 6. Emisiones de metano desde 1990 al 2017. | 18 |
| Ilustración 7. Fuentes para las emisiones de óxido nitroso desde 1990 al 2017..... | 20 |
| Ilustración 8. Emisiones de óxido nitroso desde 1990 al 2017..... | 20 |
| Ilustración 9. Emisión de dióxido de carbono por país en millones de toneladas. | 24 |
| Ilustración 10. Concentración de CO2..... | 25 |
| Ilustración 11. Concentración de CO2..... | 25 |
| Ilustración 12. Kilotones de CO2 emitidos por país en 2015. | 26 |
| Ilustración 13: Emisiones de CO2 en el Ecuador..... | 33 |
| Ilustración 14. Ciclo de vida de un producto. | 35 |
| Ilustración 15. Cálculo de la huella de carbono | 37 |
| Ilustración 16. Fuentes de GEI..... | 39 |
| Ilustración 17. Fuentes comunes de emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones Federales según lo invocado por la Orden ejecutiva 13514..... | 39 |
| Ilustración 18. Potencial de Calentamiento Global..... | 44 |
| Ilustración 19. Sistema estructural aporticado de hormigón armado..... | 49 |
| Ilustración 20. Partes de un muro rectangular simple..... | 50 |
| Ilustración 21. Sistema estructural dual. | 52 |
| Ilustración 22. Temperaturas confortables según los años..... | 57 |
| Ilustración 23. Rangos de humedad. | 58 |
| Ilustración 24. Temperatura del aire en grados Celcius..... | 59 |
| Ilustración 25. Componentes para la pérdida de calor anual. | 60 |
| Ilustración 26. Resumen de concentraciones de contaminantes "exposición por día"..... | 62 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 27. Intensidades de uso de energía para los edificios gubernamentales de EE. UU. Diseñados de manera sustentables. | 67 |
| Ilustración 28. Emisiones de carbono relacionadas con el desempeño del edificio en el transcurso del tiempo. | 70 |
| Ilustración 29. Diagrama del efecto Isla de Calor. | 74 |
| Ilustración 30. Cimentación Tipo I. | 89 |
| Ilustración 31. Cimentación Tipo II. | 90 |
| Ilustración 32. Cimentación Tipo III. | 90 |
| Ilustración 33. Cimentación Tipo IV. | 91 |
| Ilustración 34. Cimentación Tipo V. | 91 |
| Ilustración 35. Cimentación Tipo VI. | 92 |
| Ilustración 36. Diseño en planta. | 94 |
| Ilustración 37. Corte de la Losa. | 95 |
| Ilustración 38. Dibujo de los ejes del edificio de Ciencias Básicas. | 96 |
| Ilustración 39. Niveles del Edificio de Ciencias Básicas. | 97 |
| Ilustración 40. Material de hormigón $f^c=240\text{kg/cm}^2$ | 97 |
| Ilustración 41. Columnas de 50*70 dirección vertical. | 98 |
| Ilustración 42. Columnas de 50*70 dirección Horizontal. | 98 |
| Ilustración 43. Columnas de 50*50. | 99 |
| Ilustración 44. Viga 25*40. | 99 |
| Ilustración 45. Viga de 30*50. | 100 |
| Ilustración 46. Viga 35*70. | 100 |
| Ilustración 47. Viga 40*70. | 101 |
| Ilustración 48. Losa alivianada. | 101 |
| Ilustración 49. Losa en gradas. | 102 |
| Ilustración 50. Modelado del Edificio de Ciencias Básicas. | 102 |
| Ilustración 51. Pared Tipo 1. | 103 |
| Ilustración 52. Pared Tipo 2. | 103 |
| Ilustración 53. Pared Tipo 3. | 104 |
| Ilustración 54. Pared Tipo 4. | 104 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 55. Pared Tipo 5..... | 105 |
| Ilustración 56. Pared Tipo 6..... | 105 |
| Ilustración 57. Pared Tipo 7..... | 105 |
| Ilustración 52. Emision de CO2 por material..... | 138 |
| Ilustración 53. Propuesta de reducción. | 149 |

ÍNDICE DE FÓRMULAS

| | |
|---|----|
| Ecuación 1. Emisión de Gases de Efecto Invernadero..... | 42 |
| Ecuación 2. Emision en toneladas de CO2 | 43 |

RESUMEN EJECUTIVO

Tema de Investigación

“PROPUESTA DE DISMINUCIÓN DE HUELLA DE CARBONO PARA CONSTRUCCIONES BASADAS EN EL EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”

Autor: Esteban Paúl Naranjo Rea

Tutor: Lenin Rafael Maldonado Narváez

Fecha: Noviembre 2019

El dióxido de carbono se constituye como uno de los gases de efecto invernadero más relevantes para preservar temperaturas habitables en la atmósfera, sin embargo la contaminación ha superado sus niveles convencionales atentando contra la vida en el planeta.

La industria de la construcción contribuye en sobremanera a las emisiones de CO₂, razón por la cual se busca disminuir estos efectos, tomando como base el edificio de Ciencias Básicas para lo cual empezamos con la fase de recolección de datos donde se obtuvieron los rubros de construcción del edificio con sus respectivas unidades y cantidades, posterior a ello se realizó el levantamiento de los factores de emisión según los materiales usados en obra por medio de diferentes inventarios, principalmente Inventory of Carbon and Energy (ICE), se desglosaron las actividades en su materia prima para un estudio más detallado que nos ayude a la propuesta de disminución, después de ello se modeló el edificio para comprobar el cumplimiento del análisis dinámico y estático, con todos estos datos recolectados se obtuvo la contaminación total del edificio expresado en toneladas de dióxido de carbono.

Una vez recolectados estos datos y comprendiendo la situación actual de nuestra estructura de estudio se logró concebir una alternativa de disminución por medio del cambio de materiales correspondientes a los rubros no estructurales con alta contaminación por otros que resulten más amigables con el ambiente. Se obtuvo una disminución de huella de carbono correspondiente al 8.50 por ciento en nuestra propuesta, cumpliendo nuestro objetivo y asegurándonos de un fiel cumplimiento en el análisis estructural.

ABSTRACT

Research topic

"PROPOSAL FOR DECREASING CARBON FOOTPRINTS FOR CONSTRUCTIONS BASED ON THE BASIC SCIENCE BUILDING OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO"

Author: Esteban Paúl Naranjo Rea

Tutor: Lenin Rafael Maldonado Narváez

Date: November 2019

Carbon dioxide is one of the most relevant greenhouse gases for the preservative of habitable temperatures in the atmosphere, however pollution has exceeded its levels of threatening life on the planet.

The construction industry contributes greatly to CO₂ emissions, which is why we seek to reduce these effects, based on the Basic Science building for which we started with the data collection phase where we obtained the construction items of the building with their respective units and quantities, after that the emission factors were surveyed according to the materials used in the work through different inventories, mainly Carbon and Energy Inventory (ICE), the activities were broken down into its raw material for a more detailed study that helps us to the proposal of decrease, after that the building is modeled to verify compliance with the dynamic and static analysis, with all these data collected, the total pollution of the building expressed in tons of carbon dioxide

Once these data were collected and understanding the current situation of our study structure, it was created to conceive an alternative of reduction through the exchange of materials corresponding to non-structural items with high contamination by others that were more friendly to the environment. A reduction of the carbon footprint corresponding to 8.50 percent was obtained in our proposal, fulfilling our objective and guaranteeing compliance with the structural analysis.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Antecedentes

Son conocidas las consecuencias del cambio climático a nivel global, causados principalmente por la concentración de GEI (Gases de Efecto Invernadero) tales como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y el dióxido nitroso (N₂O) a lo largo de la historia [1]. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM) los años comprendidos desde el 2015 hasta el 2018 han sido catalogados como los más cálidos jamás registrados, siendo un aval evidente de la continuidad del cambio climático provocado por los gases previamente mencionados. [2]

El boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero en base a estudios e investigaciones ha expuesto una concentración alarmante media mundial de dióxido de carbono; a partir del año 2015 tenía una concentración de 400,1 partes por millón (ppm), las cuales fueron ascendiendo a 403,3 ppm en 2016 y 405,5 ppm en 2017. “la última vez que se registró en la Tierra una concentración de CO₂ comparable fue hace 3 y 5 millones de años, cuando la temperatura era de 2 a 3 °C más calida y el nivel del mar, entre 10 y 20 metros superior al actual”, declaró el Secretario General de la OMM Petteri Taalas. [3]

Por tal motivo a lo largo de los años se ha trabajado en iniciativas para la protección del medio ambiente y una lucha contra el cambio climático. Por tal motivo en el año 1992 se instauró la Cumbre de Río, tratado donde participaron 178 países, permitiendo así la constitución de un programa que permita la aplicación de medidas de desarrollo sostenible en ámbitos como salud, contaminación y vivienda; a esta iniciativa se le atribuyó el nombre de Programa 21.

Años después en 1997 se instauro en Kioto – Japón el protocolo de Kioto, constituido como un acuerdo climático que firmado por la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) con el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros gases industriales. Este acuerdo se ratificó en 2005 con la apertura de 187 estados, con la ausencia de uno de los mayores países emisores de gases contaminantes, Estados Unidos.

En diferentes artículos, por mencionar el número 17 explica un sistema de intercambio de emisiones de carbono, a fin de que vendan emisiones de sobra a países que han excedido sus límites, conocidos con el nombre de Carbon Market. De igual manera en el artículo 12 nos habla de alternativas de reducción en las emisiones, enfocándose en una limitación de las mismas para el cumplimiento de sus compromisos, claramente destinado a países desarrollados

La emisión de los GEI comprende un estudio a nivel global e industrial, para de esta forma conocer la cantidad de emisiones asociada con un producto o servicio. La huella de carbono se constituye como el análisis del ciclo de vida determinando las emisiones de gases, es decir realizando un inventario desde el inicio de su vida útil y cuantificándolo en términos de impacto/calentamiento ambiental. Posterior a ello en muchos países se realiza un impacto económico relacionado con la emisión de GEI, desembolso que esta relacionado con el protocolo de Kioto, donde las empresas involucradas pagan la parte equivalente a las emisiones, fomentando así una eficiencia energética y en medio ambiente [4].

1.1.2. Justificación

La contaminación ambiental más evidente que se ha destacado en las últimas décadas ha sido la que afecta al recurso aire, produciendo la alteración de los gases suspendidos en la atmósfera, los cuales van dejando secuelas y efectos secundarios en el ambiente, sus habitantes, flora y fauna.

Diferentes sustancias contaminantes y nocivas inundan la capa atmosférica alterando su composición natural; como ejemplo: tenemos la quema de combustibles fósiles para transporte de personas, mercancías e incluso materiales empleados en la construcción [5]. Otra fuente de contaminación radica en chimeneas industriales emitiendo gases producidos en altos hornos y maquinarias que ocupan carbón o gasolina; la quema de basura de igual manera es una causa arraigada en este tema.

La consecuencia final radica en una sobreproducción de GEI (Gases de Efecto Invernadero). Estos gases se encuentran en la tropósfera constituyendo el 1% de la atmósfera. Su principal objetivo es la concentración de la radiación de onda corta del sol, atrapando el calor en el planeta debido a que sin ayuda de estos gases la temperatura global sería de 18°C bajo cero, haciendo que el planeta sea inhabitable. Concluimos que estos gases existen de manera natural en la atmósfera, el problema inicia cuando estas cantidades originales exceden [6].

El dióxido de carbono constituye el principal responsable del calentamiento global, donde su concentración ha crecido hasta en un 80% desde el inicio de la época industrial. Su mayor representante es el empleo de combustibles en la producción de cemento y así como otros bienes mediante la emisión de dióxido de carbono (CO₂), el cual aporta con un nivel del 53% del calentamiento global. [7]

Cabe recalcar que en el proceso de respiración se produce dióxido de carbono, sin embargo, se lo asocia más como un contaminante en la industria y la quema de combustible de diferentes medios de transporte. Por tal razón, se ha visto fundamental conocer el impacto ambiental de dicho gas producido por sus consecuentes actividades y

conocer la huella que deja sobre el planeta tierra. Por tal motivo se aplica el estudio de huella de carbono aplicado a la industria de la construcción.

La huella de carbono tiene como finalidad conocer la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten de forma directa o indirecta sobre la atmósfera del planeta después de haber realizado una actividad o proceso determinado, para que de esta forma diferentes empresas u organismos sean capaces de reducir al máximo la contaminación ya sea por medio de medidas alternativas, cálculos y optimizaciones en sus procesos, entre otras. [8]

Entre los países con mayor huella de carbono per cápita tenemos a Estados Unidos, el cual posee una media de 14.95 toneladas métricas por habitante seguido por China el cual posee 6.57 toneladas métricas por habitante, sin embargo, la contaminación a causa de la industria y la alta población en China aumenta sus emisiones de GEI [9]. Sin embargo, Ecuador también es un país emisor de estos gases, produciendo solo en la capital un total de 5,1 millones de toneladas métricas, de los cuales 2.8 millones corresponden al dióxido de carbono [10].

En el ámbito de la construcción la huella de carbono se consume en las diferentes fases de construcción tales como: extracción de materiales, ya sea áridos extraídos de sus minas, consumiendo combustible fósil en sus maquinarias y procesos de refinado, el transporte hasta su destino, y posterior a ello la puesta en obra. Cabe recalcar que todo este proceso define la huella de carbono y la contaminación que llegaría a producir. De igual manera intervienen las formas de energía de la edificación [11].

Por tal motivo se propone este trabajo de investigación, el cual consiste en determinar los factores de emisión concebidos en cada uno de los rubros de construcción del edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato, para de esta manera determinar la huella de carbono y medir la contaminación total que produjo esta obra, y así proponer la optimización buscando alternativas de construcción que resulten más amigables con el ambiente.

1.1.3. Fundamentación teórica

ORIGEN DE LA CIVILIZACIÓN

En la evolución histórica de las primeras civilizaciones urbanas se pueden distinguir tres fases principales, resaltadas por la innovación y desarrollo en el ámbito económico, fundamentándose como la base de sociedades progresistas que aseguran su subsistencia.

La primera de esas fases cubre el desarrollo del paleolítico, mesolítico y neolítico. Así podemos citar ciertos ejemplos como las ciudades de Mesopotamia, Egipto e India convirtiéndose en la base de la civilización occidental; por otra parte tenemos también a la civilización Inca, diferentes civilizaciones Mexicanas y Norte Americanas como las bases del desarrollo en el nuevo continente lastimosamente arrasados por la conquista.

A lo largo de la historia del ser humano diferentes civilizaciones han sido remarcadas durante numerosas décadas, incluso siglos, reluciendo en lo que llamamos comúnmente años dorados o “belles époques”, desde el siglo quince con la deslumbrante Florencia, Londres al final del siglo dieciséis, París al final del siglo diecinueve y el inicio del siglo veinte, Detroit en los años 1900 y tomando mayor innovación Dubai en la actualidad. La pregunta radica en cómo han conseguido este desarrollo y más importante de qué manera lo han mantenido a lo largo de los años. Diversas ciudades en Europa por citar ejemplos: Barcelona, Hamburgo, Nimes, Montpellier, Birmingham se han preocupado por buscar un desarrollo en la industria cultural, constituyéndose a la vez como una base para la regeneración económica, permitiendo al mismo tiempo el desarrollo de una nueva imagen urbanística, permitiendo la constitución de una capital y la migración de nuevos profesionales.

EJES PARA EL DESARROLLO DE UNA CIUDAD

Para la propuesta de ciudades sostenible primero debemos analizar a la ciudad como un organismo vivo entendiendo como trabajan los asentamientos humanos en lugar de como deberían trabajar, estableciendo modelos más ecológicos, sistemas donde se vinculen servicios y decisiones enfocándose en áreas de conflicto. Para ello Kevin Lynch ha enunciado cinco pilares para su desarrollo: Vitalidad, sentido, ajuste o adaptación, acceso y control [12].

Vitalidad

La vitalidad es un concepto que enfoca la importancia del asentamiento en la supervivencia de la población humana, tanto en la seguridad que proporciona el ambiente, la cantidad de recursos alimenticios que provee y la forma en que satisface los requisitos y las necesidades biológicas. Se mencionan tres principios que rigen este apartado:

- a) **Sustento:** Enuncia la disponibilidad de todos los elementos necesarios para dotar y mantener la vida humana tales como son la alimentación, fuentes de energía, recurso agua, un buen suministro de aire puro y de igual manera el manejo adecuado de residuos y desechos. En pocas palabras que la ciudad tenga un buen rendimiento.
- b) **Seguridad:** Se debe dotar de seguridad tanto en un nivel físico, psicológico y social, a fin de que la población no esté en contacto de peligros como es el caso de venenos, enfermedades, ataques por parte de delincuentes, violaciones a los derechos humanos. De igual manera se debe tomar en cuenta los peligros causados por desastres naturales o accidentes geográficos, como es el caso de volcanes, riachuelos, y movimientos telúricos.
- c) **Consonancia:** el entorno debe presentar una armonía y consonancia con las actividades del ser humano proporcionando una entrada sensorial óptima.

Sentido

El sentido se basa en la correcta articulación entre el entorno de la ciudad y las actividades que desempeña la población, definiendo así la facilidad con la que sus estructuras están vinculadas con otros eventos; busca una correcta relación entre el espacio, la calidad y la actividad humana. Entre algunos de los principios que rigen tenemos: Identidad, estructura, congruencia, legibilidad, transparencia.

- a) **Identidad:** propiedad que tiene un asentamiento o ciudad para que su población la reconozca como única; en pocas palabras provee de singularidad al lugar.

- b) Estructura: En asentamientos pequeños se la define como el sentido en el que encajan todas las edificaciones, por otro lado, en el sentido de asentamientos grandes se define mejor como un sentido de orientación.
- c) Congruencia: Reconocimiento del lugar en base a sus edificios.
- d) Transparencia: se identifica a simple vista las actividades y sistemas de la población además de los procesos naturales que ocurren en su interior
- e) Legibilidad: Los habitantes del asentamiento pueden comunicarse entre sí por medio de su lenguaje físico.

Ajuste

Se basa en el ajuste entre las características del cuerpo humano y el sistema físico en general. Se fundamenta en la adaptabilidad al entorno, manipulación del mismo, mejoras en la accesibilidad según las necesidades de la población y el ambiente, reducción en los costos del reciclaje.

Entre algunas de las maneras en las que se puede incrementar la adaptabilidad o ajuste tenemos:

- a) Dejar el exceso de capacidad
- b) Aumentar el acceso
- c) Reducir la interferencia entre las partes
- d) Desarrollar un enfoque modular por medio de la reutilización de materiales en la construcción.

Acceso

Es la medida en que los diferentes bienes y servicios, además de sus lugares y fuentes de información sean accesibles en el menor tiempo y esfuerzo posible. También puede definirse como la facilidad en el acceso a personas, actividades humanas y recursos materiales.

Control

Se fundamenta en la ocupación territorial del espacio y el tiempo invertido en la realización de actividades diarias. Tomamos en cuenta los siguientes derechos: derecho espacial, derecho de presencia, derecho a estar en un lugar, derecho de uso y acción, derechos de modificación y derecho de disposición.

- a) Congruencia: es la medida en la que un usuario o habitante mantienen el control sobre el territorio espacial en proporción al grado de su participación permanente en ella. Esto permite un mayor ajuste que concluye en una mejora en la seguridad, satisfacción y libertad.
- b) Responsabilidad: Aquellas personas que controlan un lugar deben tener la suficiente información y preparación para poder hacerlo.
- c) Certeza: Es la medida en la cual los usuarios pueden predecir el alcance del lugar que controlar y de esta manera sentirse seguros. [13]

Ciudades sustentables.

La huella ecológica de las ciudades se ha expandido rápidamente gracias a la importación de recursos y la exportación de residuos a ubicaciones alejadas ignorando temas globales como el deterioro de la capa de ozono, es aquí donde surge la necesidad de un desarrollo urbano sostenible que posteriormente funcionará como ingrediente del desarrollo sostenible mundial buscando una agenda en la gestión ambiental, equidad intergeneracional, justicia social y equidad geográfica [14]. Podemos recurrir a diferentes medidas desde las más drásticas como la restricción en la propiedad de vehículos hasta las más permisibles y ligeras como la búsqueda de un combustible más amigable ambientalmente. Para ello se citan cuatro principios para las ciudades autosustentables:

- Ciudades Auto rentables: Internalización de actividades económicas y medioambientales, metabolismo circular y autonomía urbana.

Consiste en la construcción de empresas y cooperativas locales, incrementando el uso de ambiente local para orientar y absorber los flujos de residuos alterando mínimamente el ecosistema exterior. Aquí introducimos el concepto de bioregión estableciendo límites

naturales para unidades políticas y administrativas como por ejemplo cuencas, valles. El objetivo radica en eliminar las grandes ciudades y centralizar pequeños poblados, para así aprovechar el emprendimiento a nivel barrio, para cambiar la idea de metabolismo lineal y promover un metabolismo circular donde augure el sentido de reciclar desechos en lugar de exportarlos.

- Rediseño de ciudades y sus regiones: planificación para regiones urbanas compactas y energéticamente eficientes.

El desarrollo de estos centros poblados radica en formar zonas más compactas con mayor densidad residencial reduciendo la necesidad de viajar largas distancias ahorrando la quema de combustible y el uso de energía. Las ciudades compactas pueden tener menos naturaleza sin embargo evitan la contaminación del medio ambiente externo; a su vez fomenta la transformación desde adentro, buscando de esta forma rediseñar los edificios acoplándolos a energías más amigables como la captación solar o el reciclaje de residuos fomentando la conservación de recursos. Cabe recalcar que los impactos externos a la ciudad también deben ser considerados y estudiados puesto que la preocupación de donde vienen los recursos es alta, sin embargo, hacia dónde van los desperdicios es un tema indiferente a las políticas y economía local.

- Ciudades dependientes del exterior: sistemas ambientales abiertos, metabolismo lineal y excesiva sobrecarga en la importación.

El hecho radica en la necesidad de importar productos, recursos o servicios, alterando ambientes externos, por citar un ejemplo la importación de agua desde fuentes externas alterando el sistema ecológico de ciudades aguas arriba, y posterior el alcantarillado afectando poblaciones aguas abajo, sin embargo no existen regulaciones en los costos aplicados a las contaminaciones salientes de un centro poblado, por tal motivo la solución radicaría en una ley establecida por el banco mundial, donde los problemas ambientales pueden rastrearse desde fallas en el mercado solucionables con políticas económicas adecuadas contrario a lo que se hacía (como ejemplo la infravaloración del agua); también se enfoca en el uso correcto de suelos y movimiento de tierra.

- Ciudades con acciones justas: equilibrio entre necesidades y derechos.

Este modelo se fundamenta en la equidad ambiental y social, donde deben intervenir políticas donde se debe controlar la cantidad de recursos que ingresan y el destino de los flujos que se deban enviar a otras áreas. Ravetz y White Whitney argumentan que el desarrollo urbano no sostenible implica intercambios externos cuando no existe una correcta relación entre el ingreso de recursos y salida de residuos, lo que produce un receso económico, social y ambiental en la ciudad afectada. [14]

Contaminación en ciudades

El rápido incremento urbano ha producido una serie de afectaciones al medio ambiente, muchos de ellos relacionados con la producción de desechos que atacan al ecosistema marino, la producción de gases de efecto invernadero por parte de vehículos y maquinarias que infecta el ecosistema aéreo, la acumulación de ruido en los centros poblados y últimamente la existencia de un nuevo tipo de agente electromagnético contaminante.

Algunos estudios explican que en promedio una ciudad compuesta por un millón de habitantes consume 625.000 metros cúbicos de agua, 2.000 toneladas de alimentos y 9.500 toneladas de combustible, esto a su vez genera 500.000 metros cúbicos de aguas residuales, 2.000 toneladas de desechos sólidos y 950 toneladas de contaminantes atmosféricos; sin tomar en cuenta la contaminación producida por procesos industriales. Además, según las cifras del World Resources Institute en 2009 el 80% de las emisiones a la atmósfera de dióxido de carbono (CO₂), una de las fuentes principales del calentamiento global, proviene de las ciudades. [15]

Otra de las consecuencias de la contaminación en la atmósfera de las ciudades, causada por gases como los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y el dióxido de carbono, son las afecciones respiratorias a sus habitantes incrementando la tasa de hospitalización. Estos gases naces de la quema de combustible fósil y de otros materiales orgánicos. [16]

Las ciudades consumen el 40% de la energía final y están relacionadas con el 70% de los gases de efecto invernadero (GEI). Un ejemplo claro es España donde la energía proviene de los sectores de transporte rodado y el sector de la edificación

De igual manera la intensificación de la actividad humana en diferentes ámbitos ya sea en el comercio, los servicios, la administración financiera, entre otros ejemplos, interactúa con procesos en el cambio climático y aumento de la contaminación ambiental. Estudios enuncian que el 60% de las emisiones de GEI provienen de la quema de combustibles, sin embargo, un factor preponderante es el consumo de fuentes de energía residenciales. El consumo de energía adopta diferentes modalidades y múltiples factores, entre ellos tenemos: Preparación de alimentos, iluminación, calefacción, transporte, entretenimiento, producción de bienes, etc. En ese sentido la emisión de gases de efecto invernadero se vincula también con la condición social de las personas, su estructura familiar y organización en la comunidad, su cultura ambiental y la localidad de vivienda.

La problemática ambiental es causada por el estilo de vida en el hogar urbano, por tal motivo sugería que el estudio de las emisiones de estos gases debe analizarse desde tan reducido ámbito. [17]

GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) EN CIUDADES

Entre los últimos años las emisiones de gases de efecto invernadero se ha incrementado significativamente, lo cual ha obligado a que gobiernos y organizaciones internacionales traten de reducir esta contaminación. Las ciudades son las encargadas de proveer gran parte de la contaminación a la atmósfera, sin embargo, muchas de ellas han buscado adoptar estrategias de otros centros poblados para reducir en gran medida esta problemática, sin embargo, primero necesitan conocer datos exactos sobre la composición de la atmósfera.

Definición de Gases de Efecto Invernadero.

El planeta Tierra se calienta gracias a la energía emitida por los rayos solares. Cuando esta energía llega a la atmósfera cierta cantidad es reflejada al espacio mientras que otra permanece dentro de la tropósfera. Esto se debe a la acción que realizan los Gases de Efecto Invernadero (GEI) cuyo propósito es mantener el calor en el planeta, permitiendo que ingrese la radiación solar pero no salga la radiación reflejada por el planeta manteniendo de esta manera una temperatura habitable, ya que sin estos gases la media en el ambiente sería equivalente a 18°C bajo cero. Este fenómeno es similar al que ocurre en los invernaderos, de ahí se deriva su nombre.

Entre los principales gases de efecto invernadero podemos encontrar los siguientes: Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de azufre (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), entre otros más. Cabe resaltar que la emisión de estos gases en 2017 según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) fue de 6457 millones de toneladas métricas de equivalente de CO₂, donde este último constituye alrededor del 80% de las emisiones.

Cabe resaltar que la repercusión de estos gases sobre el cambio climático depende no únicamente de la concentración que tengan en la atmósfera terrestre, mas bien existe un factor que se encarga de estudiar el impacto ambiental conocido con el nombre de Potencial de Calentamiento Global (PCG), donde a mayor PCG mayor es el efecto que

tiene el gas liberado en la atmósfera; siendo el que tiene mayor PCG el Hexafluoruro de azufre.

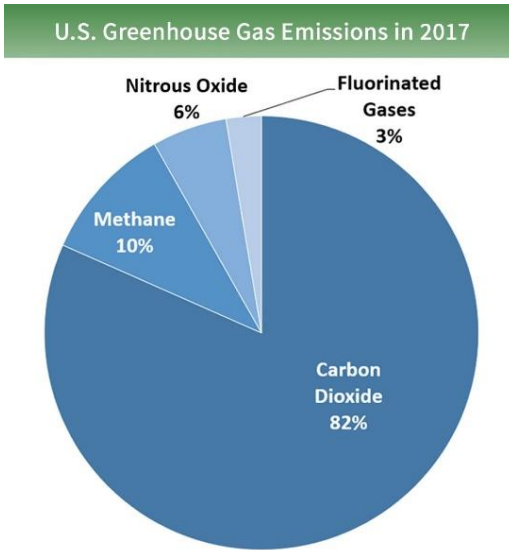


Ilustración 1. Inventario de las emisiones de GEI desde 1990 al 2017.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos.[18]

Tabla 1. Potencial de Calentamiento Global para los GEI.

| Gas de Efecto Invernadero | Potencial de Calentamiento Global PCG |
|---|---------------------------------------|
| Dióxido de Carbono (CO₂) | 1 |
| Metano (CH₄) | 21 – 23 |
| Óxido Nitroso (N₂O) | 230 – 310 |
| Perfluorocarbonados (PFC) | 5700 – 11900 |
| Hidrfluorocarbonados (HFC) | 13000 – 14000 |
| Hexafluoruro de Carbono (SF₆) | 23000 |

Fuente: Departamento de medio ambiente y política territorial. Gobierno Vasco

Dióxido de Carbono (CO2)

Se constituye como uno de los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera, constituyendo el 81.6 por ciento del total de emisiones en el año 2017 en Estados Unidos. Este gas existe de manera natural en la atmósfera por medio del ciclo del carbono, pero su incremento se debe a la contaminación causada por actividades humanas impidiendo que su eliminación por medio de sumideros naturales como lo son los bosques no trabaje óptimamente. Entre algunas de las actividades humanas podemos enlistar el transporte, la electricidad y procesos industriales:

- a) Transporte: La quema de combustible fósil para vehículos que permiten el transporte de personas y mercancías se constituyó como la mayor fuente de emisión de CO2 representando un 34.2 por ciento de las emisiones totales de CO2 y un 27.7 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos.
- b) Electricidad: La electricidad constituye un servicio importante para la vida de los habitantes no solo de Estados Unidos más bien del mundo entero, sin embargo en 2017 se catalogó como la segunda fuente de emisiones de dióxido de carbono representando un 32.9 por ciento del total de emisiones del gas y un 26.7 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en Estados Unidos.
- c) Industria: En la industria la producción de CO2 es producto de la quema de combustible fósil, sin embargo, un aspecto que influye mucho es la producción y el consumo de productos minerales destinados a la construcción como lo es el cemento, la producción de metales como el hierro y el acero y entre otros materiales derivados de materia prima pétreo. En la industria la emisión de estos gases constituye alrededor del 15.4 por ciento de las emisiones totales de dióxido de carbono y el 12.5 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en el 2017.

Cabe resaltar que el dióxido de carbono ha existido de manera natural en la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre, ya que es producido y consumido por microorganismos, plantas y animales; sin embargo, desde 1750 con el comienzo de la Revolución Industrial

el desequilibrio ambiental y las actividades humanas han producido cambios climáticos significativos.

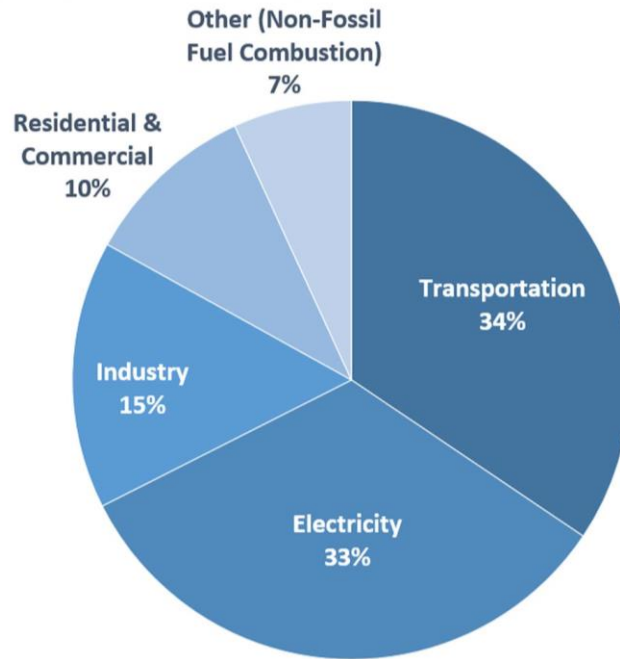


Ilustración 2. Emisiones de Dióxido de Carbono desde 1990 al 2017.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

Las emisiones de dióxido de carbono han aumentado en un 2.9 por ciento desde 1990 hasta 2017 debido a la quema de combustible fósil como factor predominante de este incremento. Sin embargo, factores como el crecimiento poblacional, el incremento en el costo de nuevas energías, el crecimiento económico y cambios de temperaturas estacionales son causas también importantes para tomar en cuenta. [18]

U.S. Carbon Dioxide Emissions, 1990-2017

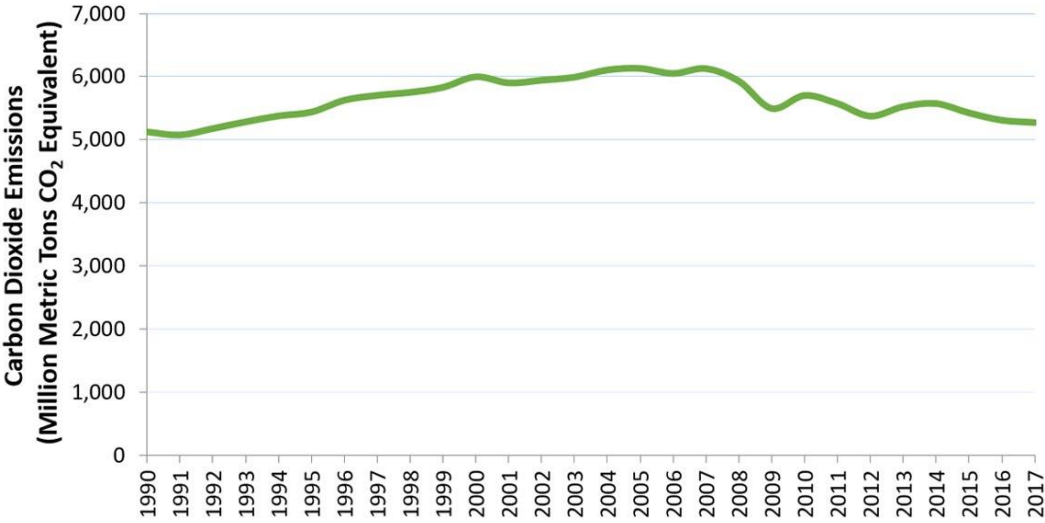


Ilustración 3. Variación en las emisiones de CO2 desde 1990 al 2017.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

U.S. Greenhouse Gas Emissions by Gas, 1990-2017

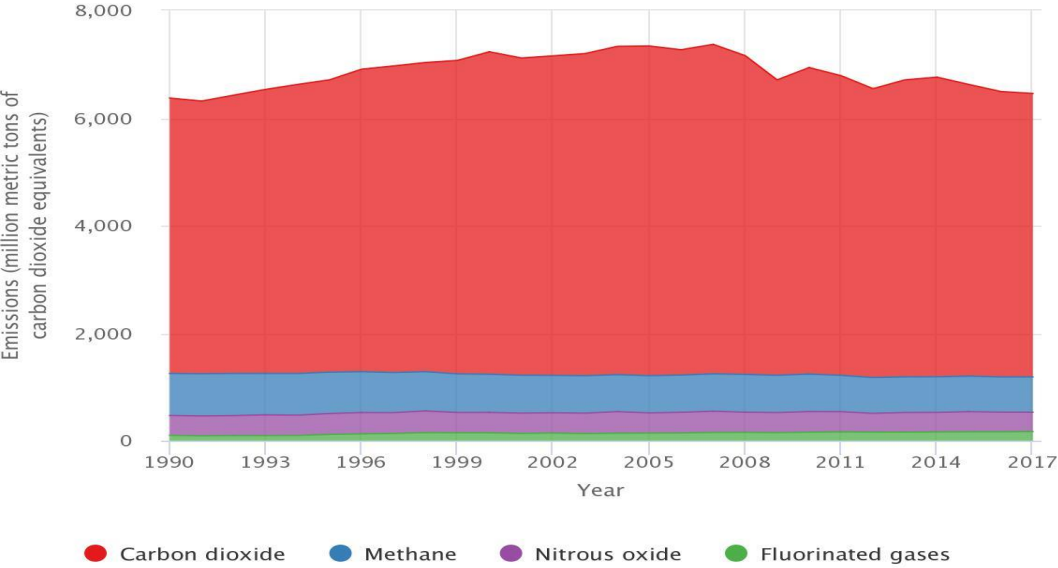


Ilustración 4. Emisiones de GEI según el gas desde 1990 al 2017.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

Metano (CH₄)

En el año 2017 el metano (CH₄) representaba el 10.2 por ciento del total de emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera de los Estados Unidos. El metano se origina por fugas en los sistemas de gas natural y actividades humanas como la cría de ganado. El tiempo de vida útil del metano en la atmósfera es relativamente más corto que el dióxido de carbono, sin embargo, el metano cumple mejor la función de atrapar la radiación solar, tanto que el impacto comparativo del metano es más de 25 veces mayor que el CO₂ en un periodo de 100 años. Este gas es emitido por diferentes actividades humanas como la generación de energía, industria, agricultura y gestión de desechos.

- a) Energía e industria: Entre las principales fuentes de energía que producen metano tenemos la extracción y refinación del petróleo, gas natural y carbón. El metano es emitido durante los procesos de producción, procesamiento, refinación, almacenaje y transporte.
- b) La agricultura: El ganado doméstico en su proceso digestivo produce metano, sin embargo un error grande es almacenar estos desechos en tanques o lagunas ya que incrementa su producción.
- c) Residuos de viviendas y negocios: Es emitido en la descomposición de basura en vertederos y plantas de aguas residuales.

Las emisiones de metano han disminuido en un 15.8 por ciento desde 1990 hasta 2017, donde las fuentes más comunes actualmente han sido la agricultura. [18]

2017 U.S. Methane Emissions, By Source

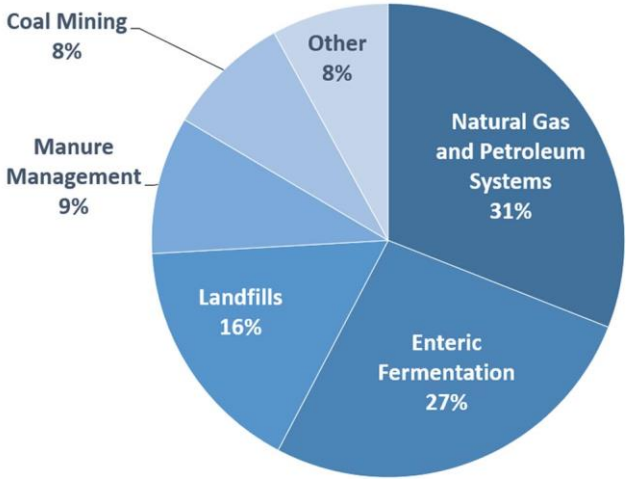
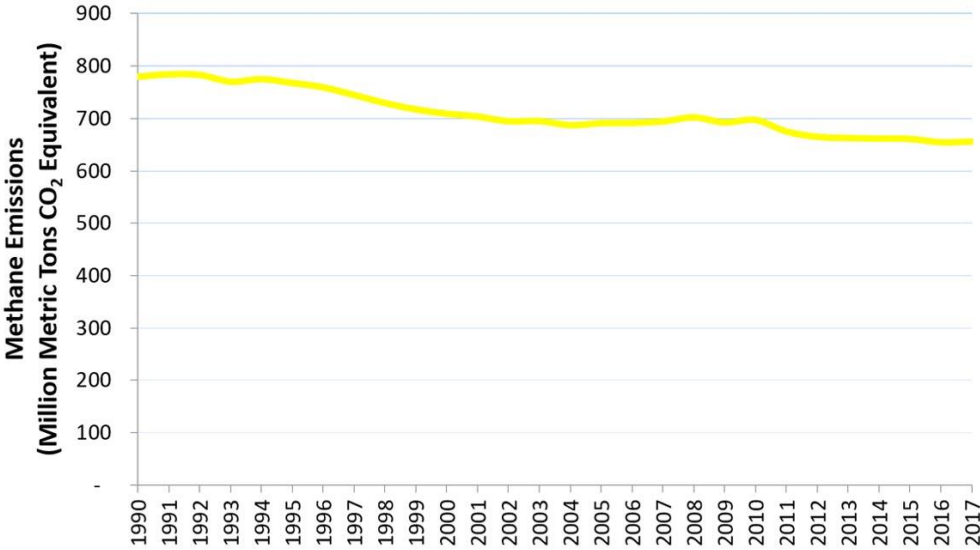


Ilustración 5. Fuentes para las emisiones de metano desde 1990 al 2017.
Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

U.S. Methane Emissions, 1990-2017



U.S. Environmental Protection Agency (2019). Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2017

Ilustración 6. Emisiones de metano desde 1990 al 2017.
Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

Óxido Nitroso (N₂O)

En el año 2017 el óxido nitroso (N₂O) constituyó el 5.6 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en los Estados Unidos. Este gas aparece de forma natural en la atmósfera gracias al ciclo del nitrógeno, sin embargo diferentes actividades humanas aumentan su concentración en el ambiente. Por lo general estas moléculas permanecen en la atmósfera alrededor de 114 años, donde el impacto de una libra de N₂O sobre el calentamiento global es casi 300 veces mayor que una libra de dióxido de carbono.

El nitrógeno adopta una variedad de formas químicas a lo largo del ciclo del nitrógeno, incluido el N₂O. Las emisiones naturales de N₂O provienen principalmente de bacterias que descomponen el nitrógeno en los suelos y los océanos. El óxido nitroso se elimina de la atmósfera cuando es absorbido por ciertos tipos de bacterias o destruido por radiación ultravioleta o reacciones químicas. [18]

- a) Agricultura: El óxido nitroso se produce por la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos en diferentes cultivos. Representando aproximadamente el 73.9 por ciento del total de las emisiones de óxido nitroso en los Estados Unidos en el año 2017.
- b) Quema de combustibles: El óxido nitroso aparece por la quema de combustibles donde depende el tipo, la tecnología de combustión, el mantenimiento y las prácticas de operación.
- c) Industria: El óxido nitroso se origina por el producto de diferentes químicos como el ácido nítrico, producción de fertilizantes, ácido adípico, entre otros.
- d) Residuos: El óxido nitroso se genera a partir del tratamiento de aguas residuales domésticas durante la nitrificación y desnitrificación del nitrógeno presente, en forma de urea, amoníaco y proteínas.

2017 U.S. Nitrous Oxide Emissions, By Source

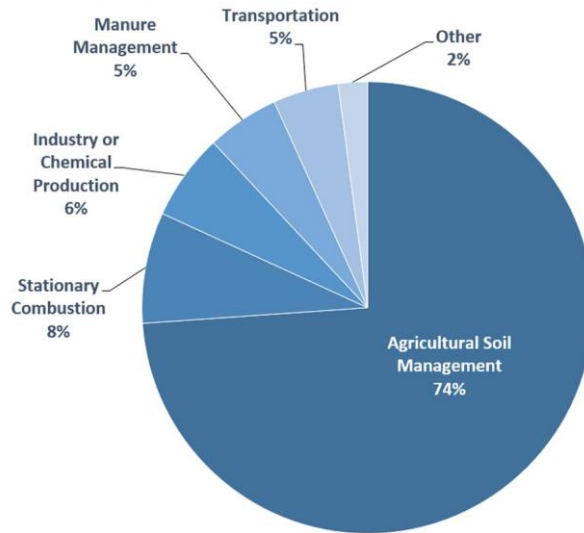
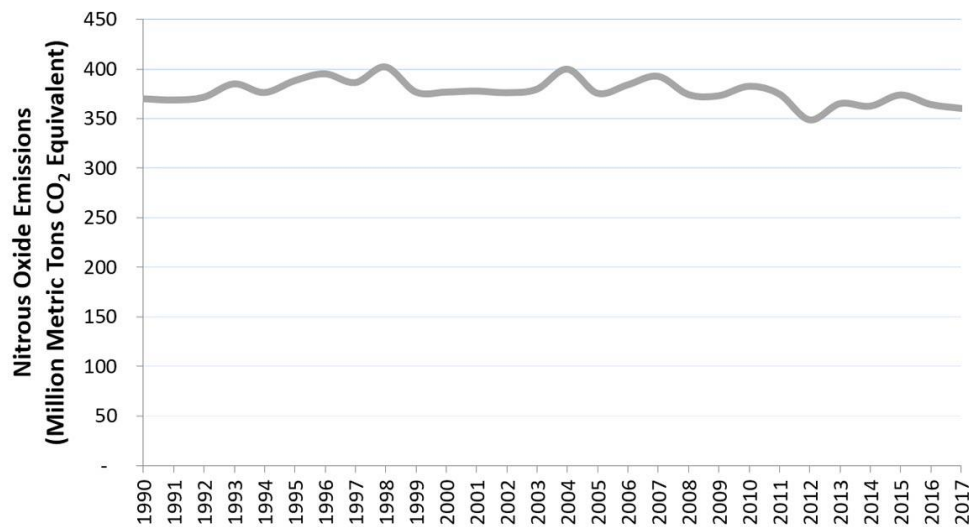


Ilustración 7. Fuentes para las emisiones de óxido nitroso desde 1990 al 2017.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

U.S. Nitrous Oxide Emissions, 1990-2017



U.S. Environmental Protection Agency (2019). Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2017

Ilustración 8. Emisiones de óxido nitroso desde 1990 al 2017.

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

Hexafluoruro de Azufre (SF₆)

El Hexafluoruro de Azufre es un gas inerte, más pesado que el aire, no es tóxico ni inflamable, pero es asfixiante y posee un color y olor característicos. Se produce por reacción directa a unos 300 ° C de azufre fundido y el flúor gaseoso. Es estable en condiciones normales, y al exponerlo a elevadas temperaturas, se descompone dando lugar a productos tóxicos los cuales pueden ser corrosivos en presencia de humedad.

Una de las principales características es su elevada constante dieléctrica, por lo que es muy empleado como gas aislante en equipos para distribución de energía eléctrica.

La principal fuente de contaminación de hexafluoruro de azufre se produce en los equipos de distribución de energía eléctrica, ya que actúa como gas aislante.

Desde un punto de vista industrial, las fuentes de contaminación se producen en:

- a) Procesos industriales de desgasificación del aluminio.
- b) Procesos siderúrgicos de fusión de magnesio y sus aleaciones.
- c) Procesos de plasma en la industria electrónica.

Refrigerantes Hidrofluorocarbonados (HFC)

Estos gases se consideraban ecológicos debido a que eran una alternativa más verde frente al uso de CFC (Gases clorofluorcarbonados) y los HCFC (hidroclorofluorcarbonados) sin embargo la presencia de flúor en su composición química hacen que actúen como una variantes de gases de efecto invernadero contribuyendo así al calentamiento global. En Enero del 2019 entró en vigor la enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, cuya finalidad es reducir el uso en 80 por ciento de estos refrigerantes optando por alternativas que presenten un menor potencial de calentamiento global. [19]

Gases Perfluorocarbonados (PFC)

Los perfluorocarbonados (PFC) son compuestos sintéticos, realizados por el hombre, que contienen solamente átomos de flúor y de carbono. Son generalmente gases incoloros e

inodoros no inflamables a temperatura ambiente, y la mayoría de ellos no son reactivos con ningún elemento o compuesto químico.

Tabla 2. Fuentes de Emisión de GEI.

| SECTOR | FUENTE DE EMISIÓN | GEI | EMISIONES TOTALES (%) |
|--------------------|--|--|---|
| Residencial | Consumos de combustibles y electricidad | CO ₂ | CO ₂ (13.7) |
| Servicios | Consumos de combustibles y electricidad | CO ₂ | CO ₂ (7.7) |
| Industria | Consumos de combustibles y emisiones de procesos | CO ₂ , CFC, HFC y SF ₆ | CO ₂ (8.5), CFC(2.6), HFC(0.8) y SF ₆ (0.3) |
| Agrario | Utilización de Fertilizantes sintéticos, fermentación entérica del ganado, gestión de estiércoles y uso de maquinaria agrícola | CO ₂ , N ₂ O y CH ₄ | CO ₂ (5.7), N ₂ O(5.6) y CH ₄ (10.2) |
| Transporte | Consumo de combustibles | CO ₂ | CO ₂ (17.7) |
| Residuos | Descomposición de materia orgánica en vertederos, incineración de residuos y transporte | CO ₂ y CH ₄ | CO ₂ (13.5) y CH ₄ (10.2) |
| Sumideros | Cambios de uso en el suelo | CO ₂ | CO ₂ (3.5) |

Fuente: Agencia de Protección del Medio Ambiente, Estados Unidos. [18]

Autor: Esteban Naranjo Rea

INFLUENCIA DEL CO₂ EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Podemos entender por contaminación atmosférica a la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo de salud en las personas o demás seres vivos, como consecuencia de ello pueden resultar afectados ciertos materiales, disminución de la visibilidad o la producción de olores desagradables. Entre las principales fuentes de esta contaminación tenemos la combustión a causa de procesos industriales o el uso de energías como calefacciones residenciales los cuales generan dióxido de carbono entre otros contaminantes. [20]

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. Se estima que la contaminación ambiental del aire, tanto en las ciudades como en las zonas rurales, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año; esta mortalidad se debe a la exposición a partículas pequeñas de 2,5 micrones o menos de diámetro (PM2.5), que causan enfermedades cardiovasculares y respiratorias, y cáncer.

La OMS estima que, en 2016, aproximadamente el 58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón. [2]

Los contaminantes gaseosos pueden aparecer en diferentes concentraciones dependiendo si se tratan de ambientes exteriores o interiores (producida por el consumo de tabaco, el uso y fabricación de materiales para la construcción, fabricas e industrias, entre otros); entre ellos encontramos los GEI principales. El tipo más frecuente de contaminación se evidencia en la niebla tóxica o smog.

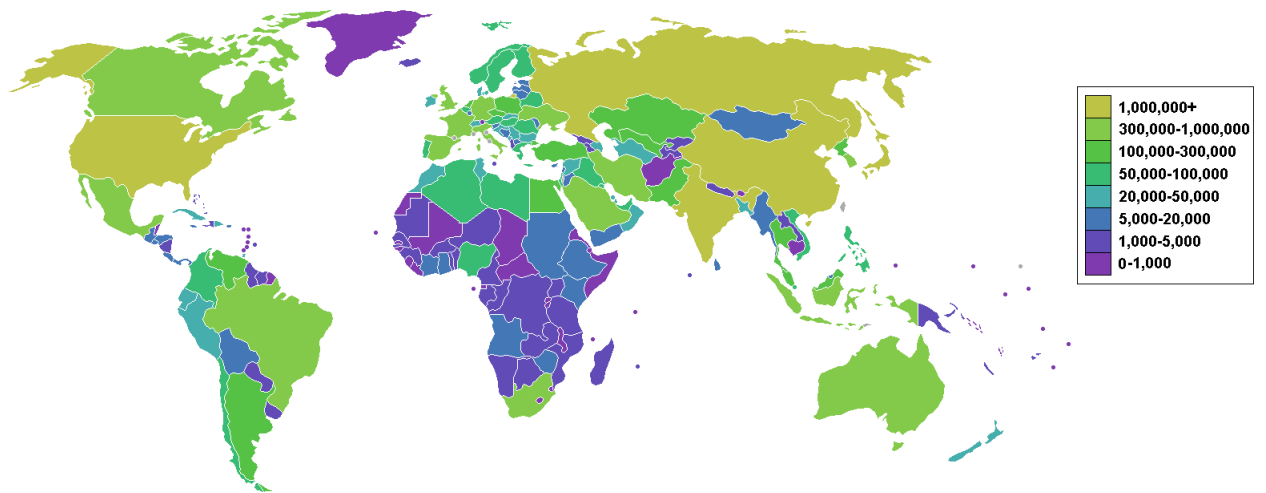


Ilustración 9. Emisión de dióxido de carbono por país en millones de toneladas.

Fuente: EPA EEUU 2019

Sin embargo, la concentración de CO₂ en la atmósfera terrestre ha alcanzado cifras alarmantes, volviendo a romper su record superando 415 partes por millón (ppm), concretamente 415.64 ppm, en el mes de mayo del 2019. Según estudios la última vez que el planeta experimentó estas cifras fue hace tres millones de años, cuando la temperatura del planeta era muy superior a la actual y el nivel del océano estaba 25 metros por encima del presente. La curva ascendente parece no detenerse, puesto que desde la década de 1950 los promedios mensuales rondaban las 315 ppm, años más tarde en el 2014 tuvo un incremento alarmante hasta las 400 ppm pero únicamente durante el mes de junio manteniéndose constante hasta el mes de noviembre del 2015 según los datos obtenidos en el observatorio Mauna Loa en Hawaii. Sin embargo, esta transición se dio a nivel mundial ya que gracias a los datos proporcionados por el Ministerio de la Transición Ecológica en España el mes de abril del 2019 se presentó el incremento a las 415 ppm de concentración media diaria de CO₂ en el observatorio de Vigilancia Atmosférica Global de Izaña (Tenerife). [21]

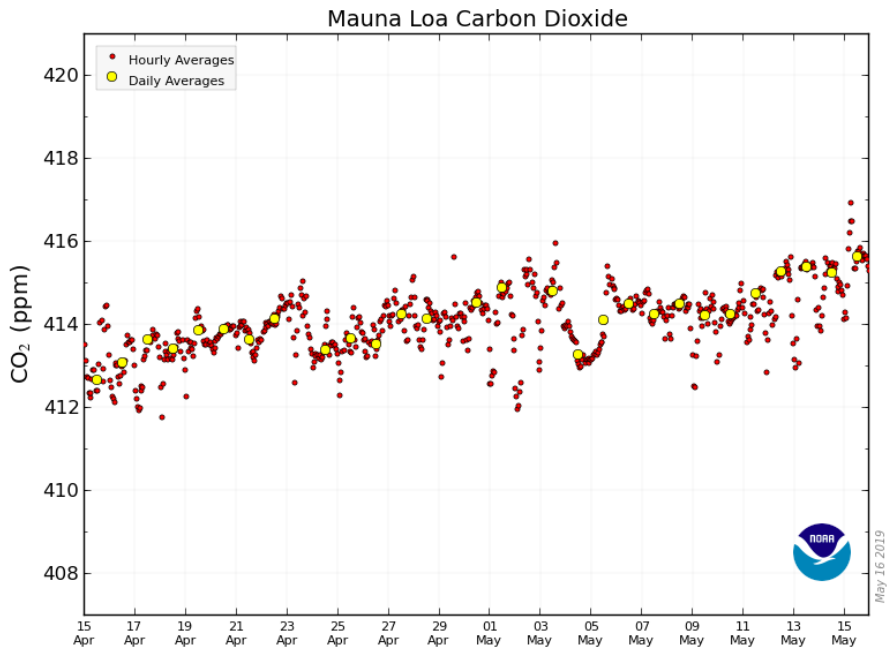


Ilustración 10. Concentración de CO₂.

Fuente: Central Atmosférica Mauna Loa Hawaii

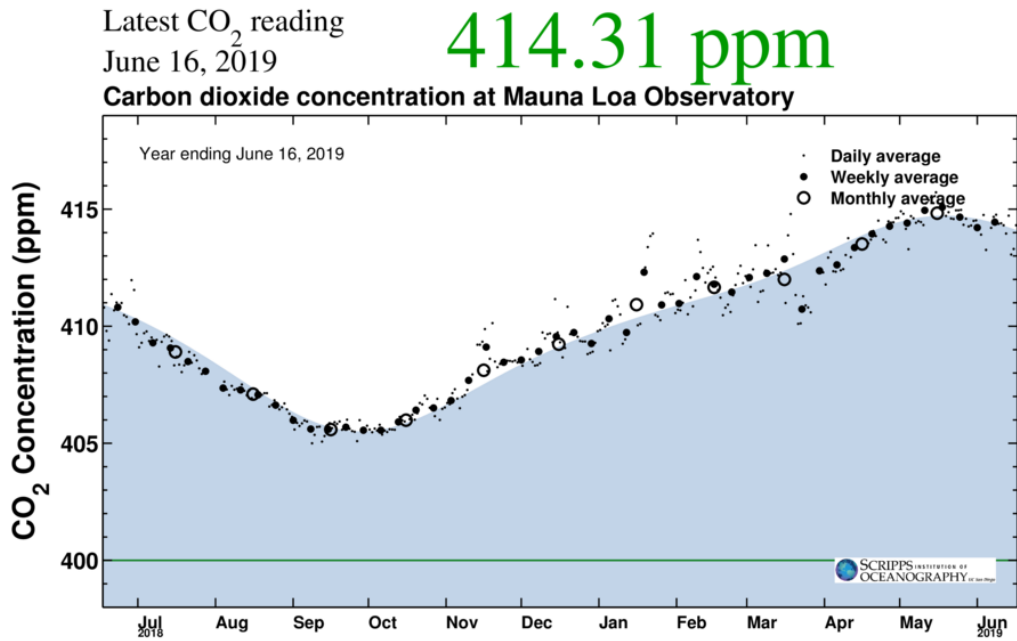


Ilustración 11. Concentración de CO₂.

Fuente: Central Atmosférica Mauna Loa Hawaii

Entre los países que emiten una mayor cantidad de contaminación y emisiones de dióxido de carbono tenemos a China, la cual en el año 2015 emitió alrededor de 10.6 millones de kilotonnes de CO₂, seguido a la lista tenemos a Estados Unidos con una cifra de 5.1 millones de kilotonnes y a la Unión Europea con un 3.4 millones de kilotonnes. A nivel de latino América Brasil es un país entre los más contaminantes con 486229 kilotonnes de CO₂, a este país le acompaña México con un total de 472017 kilotonnes de gas contaminante.

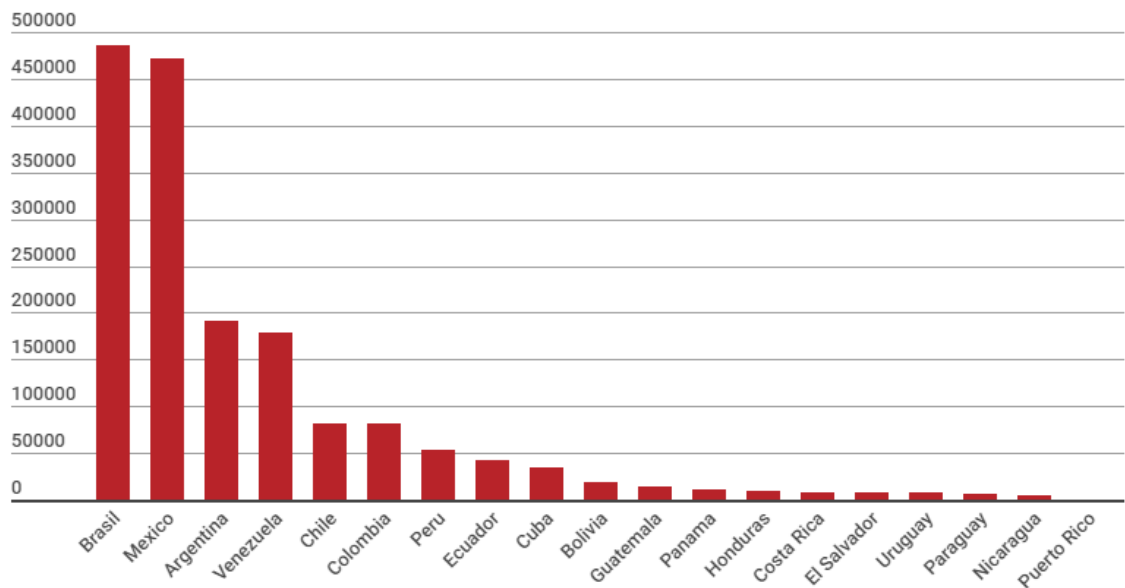


Ilustración 12. Kilotonnes de CO₂ emitidos por país en 2015.

Fuente: PNUMA

Cabe recalcar que América Latina y El Caribe emiten únicamente un 5% de las emisiones totales de CO₂ en el planeta, sin embargo, según declaraciones en base a informes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en el año 2016 su contribución a cifras mundiales va en aumento a causa de las demandas impuestas por la industria y transporte. [22]

La mayor preocupación radica en el impacto climático en Latinoamérica, puesto que al ser zonas costeras con gran cantidad de islas dispersas están sujetas a grandes daños en la flora y fauna que terminarían siendo irreversibles. Según un informe expuesto por el Banco Interamericano de Desarrollo en conjunto con la WWF y la CEPAL enuncian: Los mayores efectos en la región, cuya ocurrencia está prevista para mediados del siglo a causa de las tendencias actuales de emisiones, incluyen la desaparición de una parte significativa del bioma coralino del Caribe, desaparición de la mayoría de los glaciares ubicados por debajo de los 5.000 metros de altura en la zona tropical de los Andes, reducción del rendimiento de muchos cultivos básicos, más inundaciones y anegación de zonas costeras, mayor exposición a enfermedades tropicales, desestabilización del ciclo hidrológico en cuencas importantes y la intensificación de los fenómenos meteorológicos extremos. [23]

PROTECCIÓN Y LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Para poder combatir el cambio climático se han emitido diferentes tratados para la protección del medio ambiente. Entre ellas podemos destacar La Cumbre de Río en 1992 y la creación del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), sin embargo, el tratado más conocido y vigente en materia contra la contaminación ambiental es el Protocolo de Kioto.

Cumbre de Río

Fue una de las Cumbres de la Tierra organizada por la ONU celebrada en Río de Janeiro en el año de 1992 celebrada en la compañía de 178 países. La cumbre tuvo como objetivo adoptar un programa de acción para el siglo XXI llamado Programa 21. En este tratado se enlista 2500 recomendaciones relativas a la salud, vivienda, contaminación del aire, la gestión de mares, bosques y montañas, la desertificación, la gestión de los recursos hídricos y el saneamiento.

En tiempos actuales el Programa 21 se constituye como una base para el desarrollo sostenible en territorios.

Esta cumbre sirvió para la aprobación de la convención sobre el cambio climático, donde se resalta la necesidad de reducir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, para la posterior firma del tratado de Kioto en 1997.[9]

Protocolo de Kioto.

El protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un tratado firmado por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Es un tratado de carácter internacional que tiene como objetivo principal la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático a nivel mundial. La reducción que busca es del 5,2 por ciento de emisiones de GEI con relación a los niveles que existían en 1990. De esta forma se busca concientizar a empresas e industrias que emiten estos contaminantes en sus procesos. Los principales gases que están contemplados en este

tratado son: Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorcarbonados (HFC), perfluorcarbonados (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Entre las actividades que destacan en la emisión de estos gases podemos describir: generación de electricidad, la refinación de hidrocarburos, la calcinación o sintetización de minerales metálicos, la producción de acero, la fabricación de cemento y cal, la fabricación de vidrio, la fabricación de productos cerámicos y la fabricación de papel o cartón. La finalidad radica en la reducción de la contaminación por estas actividades.

Este Protocolo fue firmado en Diciembre de 1997 dentro de la Convención Marco sobre Cambio Climático de la ONU (UNFCCC). Para que el acuerdo entrase en vigor, ha sido necesario que 55 naciones que representan el 55% del total mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero lo hayan ratificado. En la actualidad 164 países lo han ratificado o aceptado, lo que supone más del 61% de las emisiones, según datos de la UNFCCC. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004.

El gobierno de Estados Unidos firmó el acuerdo pero no lo ratificó, por lo que su adhesión solo fue simbólica hasta el año 2001, en que se retiró del mismo, no porque no compartiese su idea de fondo de reducir las emisiones, sino porque considera que la aplicación del Protocolo es ineficiente e injusta al involucrar sólo a los países industrializados y excluir de las restricciones a algunos de los mayores emisores de gases en vías de desarrollo (China e India en particular), lo cual considera que perjudicaría gravemente la economía estadounidense. Otros países que tampoco lo han ratificado son Australia, Croacia y Kazahastan.

Entre los artículos más destacados del protocolo de Kioto tenemos:

- Comercio de emisiones: Artículo 17, permite a los países que tienen unidades de emisión de sobra vender este exceso a países que han sobrepasado su objetivo. Se le conoce con el nombre de Mercado de Carbono.
- Mecanismos de desarrollo limpio: Artículo 12, permite a un país que tenga limitaciones en la reducción de emisiones implementar un proyecto de reducción en países más desarrollados. La recompensa a estas acciones son créditos de

reducción de emisiones, donde cada uno equivale a una tonelada de dióxido de carbono, que serán utilizados para cumplir los objetivos de Kioto.

- Aplicación conjunta: Artículo 6, Permite a países desarrollados conseguir unidades de reducción de emisión por proyectos de reducción de emisiones en otros países desarrollados. [9]

EMISIONES DE CO2 EN ECUADOR

En el Ecuador las emisiones de dióxido de carbono están clasificadas según el tipo de combustible utilizado y actividad que se desarrolla. Cabe recalcar que a través de los últimos 50 años la cantidad de emisiones de CO2 en el país se ha incrementado con un descenso en 2017 de 1046 kilotoneladas, es decir un decrecimiento del 2.58% respecto a 2016. [24]

Tabla 3. Emisiones de Co2 en el Ecuador.

| Emisiones de Co2 en Ecuador | | | | |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| Fecha | CO2 Totales Kts | CO2 Petroleo Kts | CO2 Kg/1000\$ | CO2 t per capita |
| 1970 | 4.495 | | 0,19 | 0,80 |
| 1971 | 4.189 | | 0,16 | 0,70 |
| 1972 | 4.207 | | 0,15 | 0,68 |
| 1973 | 5.084 | | 0,17 | 0,82 |
| 1974 | 6.366 | | 0,17 | 0,99 |
| 1975 | 7.001 | | 0,17 | 1,05 |
| 1976 | 8.026 | | 0,19 | 1,16 |
| 1977 | 9.353 | | 0,20 | 1,32 |
| 1978 | 10.584 | | 0,20 | 1,45 |
| 1979 | 11.371 | | 0,21 | 1,53 |
| 1980 | 12.093 | 11.809 | 0,21 | 1,57 |
| 1981 | 13.428 | 12 | 0,22 | 1,69 |
| 1982 | 13.567 | 14 | 0,21 | 1,66 |
| 1983 | 12.706 | 12 | 0,19 | 1,52 |
| 1984 | 13.03 | 12 | 0,21 | 1,53 |
| 1985 | 13.872 | 12 | 0,21 | 1,60 |
| 1986 | 14.419 | 13 | 0,21 | 1,63 |
| 1987 | 13.695 | 13 | 0,19 | 1,48 |
| 1988 | 14.882 | 13 | 0,23 | 1,61 |
| 1989 | 14.734 | 12 | 0,21 | 1,57 |
| 1990 | 16.119 | 14 | 0,21 | 1,58 |
| 1991 | 16.387 | 14 | 0,21 | 1,57 |
| 1992 | 17.375 | 17 | 0,21 | 1,62 |
| 1993 | 16.778 | 15 | 0,20 | 1,53 |
| 1994 | 18.92 | 17 | 0,22 | 1,69 |

Tabla 3. Emisiones de Co2 en el Ecuador.

| Fecha | CO2 Totales Kts | CO2 Petroleo Kts | CO2 Kg/1000\$ | CO2 t per capita |
|--------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 1995 | 20.768 | 17 | 0,23 | 1,82 |
| 1996 | 23.928 | 18 | 0,27 | 2,05 |
| 1997 | 24.915 | 18 | 0,27 | 2,09 |
| 1998 | 24.445 | 19 | 0,25 | 2,01 |
| 1999 | 20.286 | 18 | 0,22 | 1,64 |
| 2000 | 21.821 | 18 | 0,23 | 1,73 |
| 2001 | 23.193 | 19 | 0,24 | 1,80 |
| 2002 | 23.529 | 20 | 0,23 | 1,80 |
| 2003 | 23.554 | 20 | 0,23 | 1,77 |
| 2004 | 26.24 | 21 | 0,23 | 1,94 |
| 2005 | 28.32 | 22 | 0,24 | 2,06 |
| 2006 | 29.952 | 24 | 0,24 | 2,14 |
| 2007 | 30.833 | 24 | 0,24 | 2,17 |
| 2008 | 31.495 | 25 | 0,23 | 2,18 |
| 2009 | 34.256 | 28 | 0,25 | 2,33 |
| 2010 | 37.814 | 33 | 0,27 | 2,53 |
| 2011 | 38.473 | 34.681 | 0,26 | 2,53 |
| 2012 | 38.746 | 35.555 | 0,24 | 2,51 |
| 2013 | 40.465 | 38.68 | 0,24 | 2,58 |
| 2014 | 43.728 | 39.789 | 0,25 | 2,75 |
| 2015 | 42.538 | 38.807 | 0,25 | 2,63 |
| 2016 | 40.553 | 35.7 | 0,24 | 2,47 |
| 2017 | 39.507 | | 0,22 | 2,38 |

Fuente: Banco Mundial

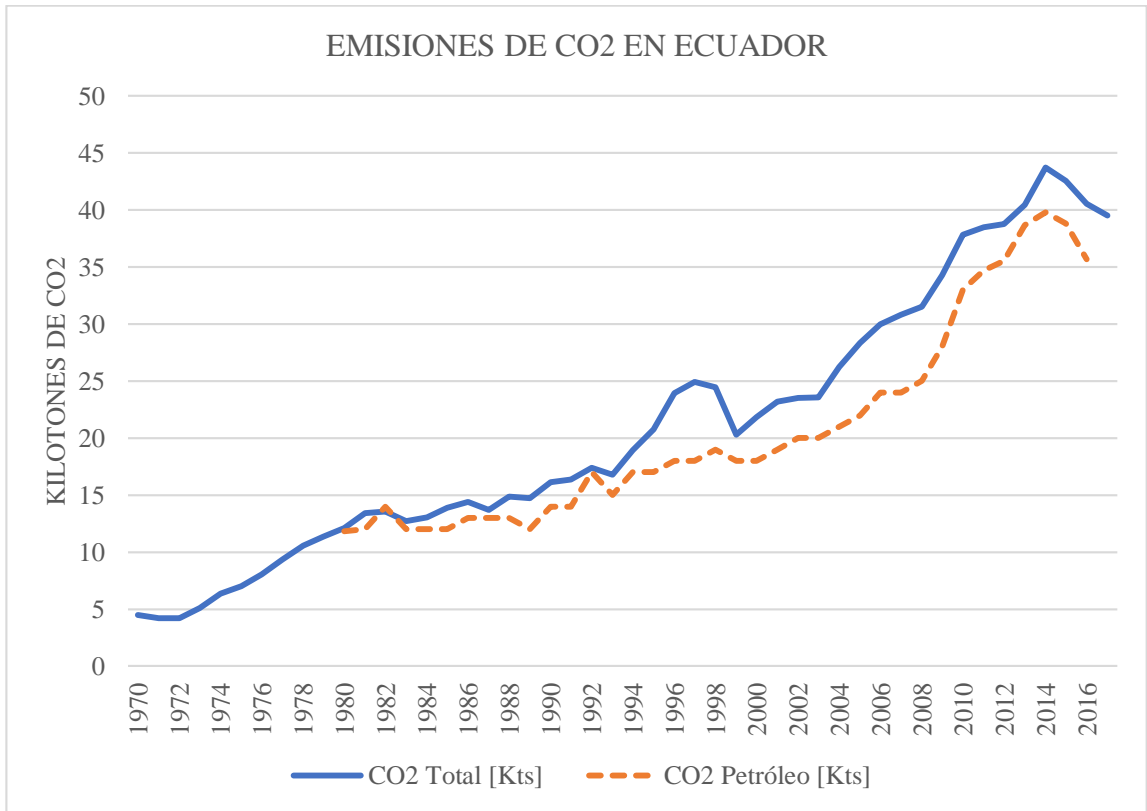


Ilustración 13: Emisiones de CO2 en el Ecuador

Autor: Esteban Naranjo Rea

Fuente: Banco Mundial

CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI

Análisis de Ciclo de Vida

El análisis de ciclo de vida o life cycle assesment (LCA) según la Norma ISO 14040 se constituye como una técnica destinada a la evaluación y determinación de los impactos ambientales potenciales derivados de un producto o servicio, por medio de la recopilación de entradas y salidas relevantes en un sistema, es decir, analiza los impactos a lo largo de toda su vida desde la adquisición de la materia prima hasta su disposición final. Este análisis únicamente estudia el impacto ambiental, mientras que el impacto económico y el impacto social quedan fuera de este estudio.

Ciclo de vida de un producto.

La vida de un producto inicia con el diseño y desarrollo del mismo hasta el fin de su vida útil, o incluso hasta el inicio del reciclado del mismo a través de las siguientes fases:

- Adquisición de materias primas: Comprende el conjunto de actividades que permiten la extracción de las materias primas y el gasto energético, el cual incluye también en aportaciones al medio ambiente.
- Proceso y fabricación: Actividades necesarias para convertir la materia prima y energía utilizada en el producto solicitado.
- Distribución y transporte: Traslado del producto final hacia el cliente.
- Uso, reutilización y mantenimiento: Utilización del producto a lo largo de su vida útil
- Reciclaje: Comienza una vez que el producto ha servido para su función inicial y consecuentemente se recicla a través del mismo sistema del producto (ciclo cerrado de reciclaje) o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto).
- Gestión de residuos: Comienza una vez que el producto ha servido para su función y es devuelto al medio ambiente como residuo. [25]

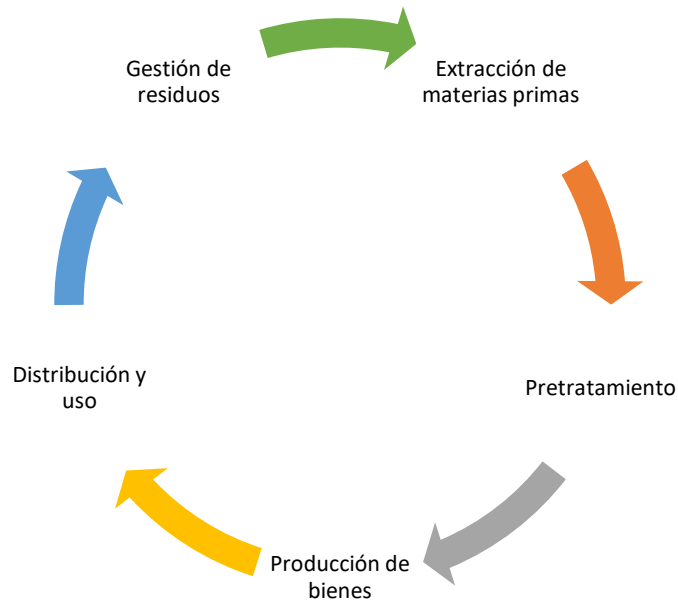


Ilustración 14. Ciclo de vida de un producto.

Autor: Esteban Naranjo Rea.

Fuente: Facultad de Ingeniería y Gestión Ambiental. UNAM

El ACV no está obligado a comprender todo el ciclo de vida de un producto o servicio (Cradle to grave – cuna a la tumba), también puede abarcar solo la producción (gate to gate – puerta a puerta) o solamente la utilización y desecho (gate to grave – puerta a la tumba). A continuación se definirán de mejor manera cada modalidad existente en el análisis de ciclo de vida de un producto:

- Cradle to grave (desde la cuna a la tumba):** Esta modalidad se caracteriza por tener uno de los más amplios límites, describiendo los procesos comprendidos desde la extracción de la materia prima hasta el reciclado del producto y el fin de su vida útil.
- Cradle to gate (producción de un producto):** Los límites de esta modalidad están comprendidos únicamente en la fábrica, desde el proceso de extracción de la materia prima hasta el procesamiento y la salida de la fábrica; se ignora el uso y reciclaje.

- c) Gate to Grave (fuera de fábrica): los límites del sistema son desde la salida de la fábrica hasta su posterior deshecho o reciclaje.
- d) Gate to gate (dentro de la fábrica): Esta modalidad es utilizada solo para estudiar procesos de producción y mejora de los mismos.

Las áreas de aplicación del análisis de ciclo de vida ACV son los sistemas de gestión ambiental y evaluación del desempeño ambiental, el etiquetado ambiental y las declaraciones ambientales, además de la integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de un producto para poder cuantificar la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por el mismo.

Ante los impactos derivados del cambio climático es importante definir medidas para mitigar en la medida de lo posible estas consecuencias negativas; para ello existen dos metodologías principales para el cálculo de las emisiones de GEI. Entre ellas tenemos:

Inventario de Emisiones

Es el enfoque más básico y aplicado para la contabilización de gases de efecto invernadero producidos por cierta actividad en una empresa, la quema de combustibles fósiles o la contaminación producida por el consumo de electricidad.

Huella de Carbono:

La huella de carbono se define como la cantidad de emisión de gases perjudiciales al medio ambiente y que desembocan en el cambio climático asociada a las actividades de producción y consumo de los seres humanos. Además de contemplar las emisiones directas de CO₂ también estudia todo el ciclo de vida completo de las emisiones de gases de efecto invernadero desde el proceso de extracción de materia prima, la refinación de la misma, su transporte y puesta en obra. La contabilización de la huella de carbono se mide en kilogramos o toneladas de emisiones de GEI.

El cálculo de huella de carbono satisface dos objetivos: el primero se centra en conocer más a fondo los procesos de nuestro producto o servicio dentro de una empresa para

identificar de mejor manera los puntos de mejora tanto a nivel ambiental como económico (una reducción en el consumo energético significa un ahorro en el gasto económico), y el segundo objetivo se centra en formar una conciencia verde en los trabajadores motivando el comercio verde.

Otro objetivo se basa en la inclusión de una organización o empresa en el mercado, debido a que nuevas políticas rigen la contaminación como factor importante, tal es el caso de la Ley Grenelle 2 (Ley 2010 – 788) en Francia, la cual exige el cálculo de huella de carbono en productos y servicios.

Los gases de efecto invernadero se clasifican en dos grupos; de los cuales nacen 3 alcances de estudio:

- Emisiones Directas de GEI
- Emisiones indirectas de GEI

Pasos generales para el cálculo de la huella de carbono:

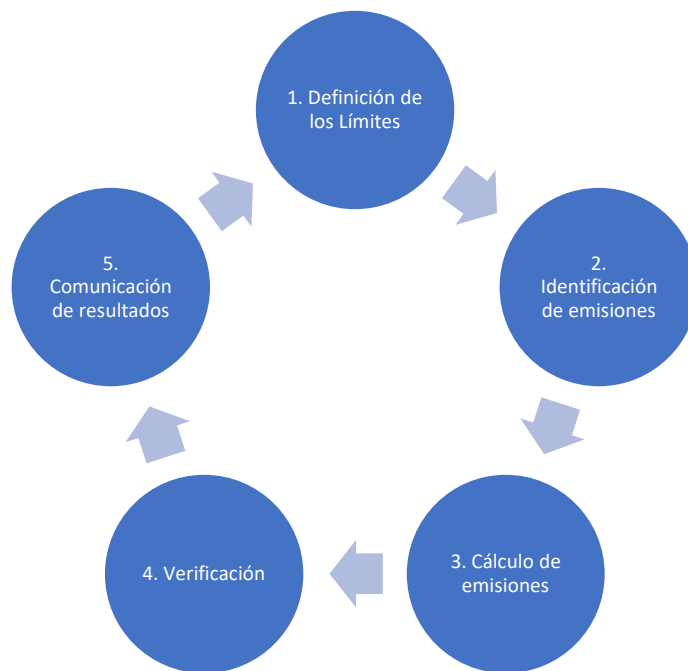


Ilustración 15. Cálculo de la huella de carbono

Autor: Esteban Naranjo Rea.

Fuente: Facultad de Ingeniería y Gestión Ambiental. UNAM

En el caso de que se necesite obtener el inventario de CO₂ de un producto o servicio debemos analizar el inventario de emisiones emitidas a lo largo del ciclo de vida del objeto de estudio, desde la obtención de la materia prima hasta el fin de su vida convirtiéndose en residuo o material de reciclaje, aquí radica la etiqueta de emisión tipo III previamente mencionada.

Alcance 1: Emisiones Directas de GEI

Las emisiones directas de GEI se producen a partir de fuentes que son controladas por la misma empresa, como por ejemplo, las emisiones producto de la quema de combustible fósil, gases emitidos por calderas u hornos, smog causado por vehículos que controla la organización, etc. Incluso entra en esta categoría la producción química en equipos propios o procesos controlados [26].

Alcance 2: Electricidad Indirecta de Emisiones de GEI

El alcance 2 se enfoca en las emisiones de GEI producidas por la generación eléctrica que controla una empresa.

Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI

El alcance 3 analiza emisiones indirectas de GEI, es decir por fuentes que no son controladas por la empresa. Por ejemplo, hablamos de la extracción y producción de materia prima adquirida; transporte de combustibles comprados; uso de productos y servicios, todo con la finalidad de que la empresa pueda producir un producto final. [27]

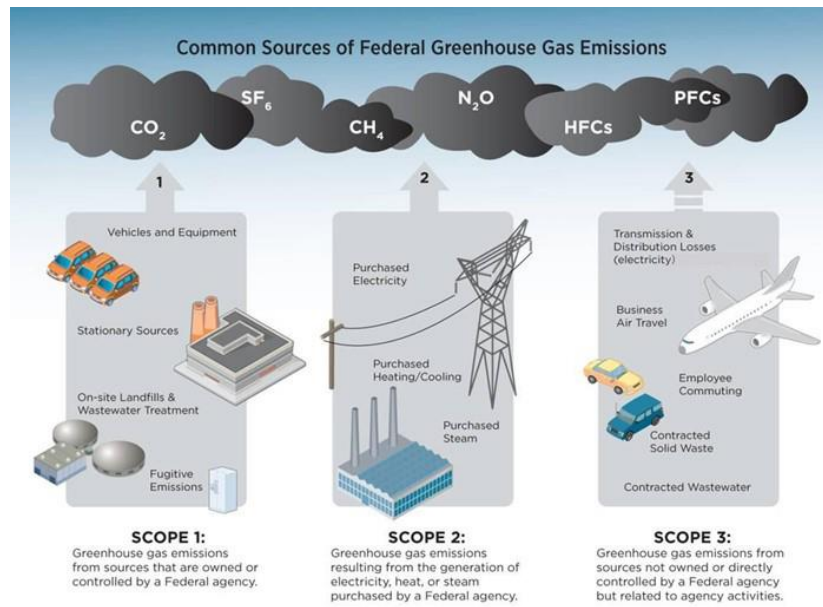


Ilustración 16. Fuentes de GEI.

Fuente: EPA 2018

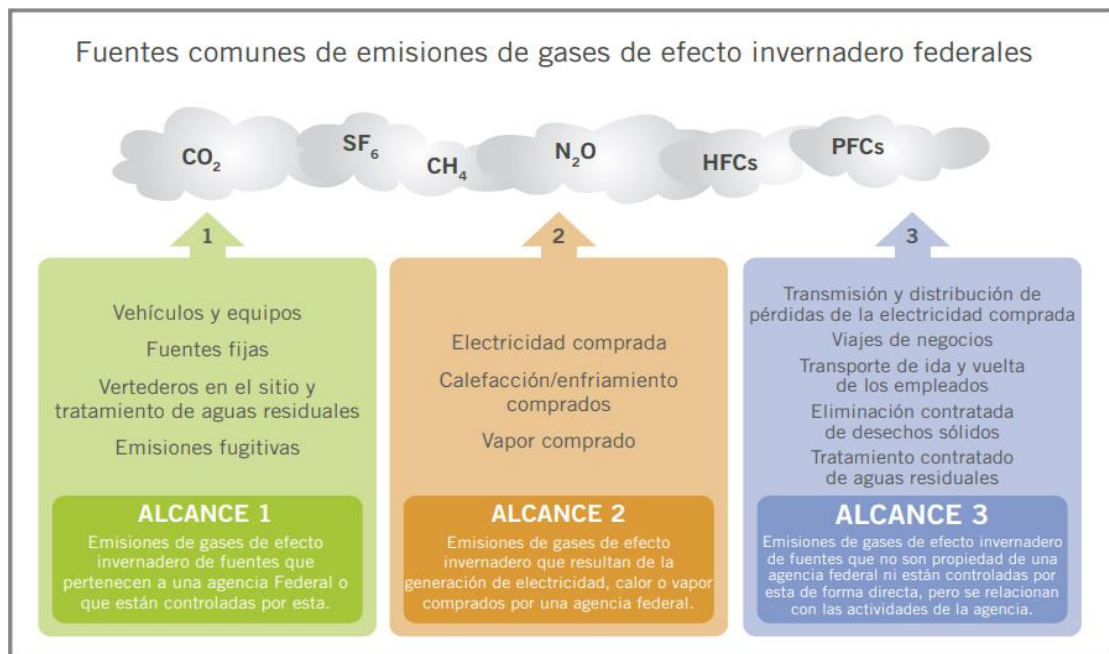


Ilustración 17. Fuentes comunes de emisiones de gases de efecto invernadero de las instalaciones Federales según lo invocado por la Orden ejecutiva 13514.

NORMA ISO 14064

Las siglas ISO corresponden a la abreviatura de International Standard Association, institución encargada del desarrollo de normas internacionales en los procesos de la industria como fabricación, comercio y comunicación. La función principal de este organismo consiste en la estandarización de productos y seguridad para empresas y organizaciones a nivel internacional.

Específicamente la norma ISO 14064 es una herramienta de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero. Se compone de tres partes principales las cuales definen principios, criterios y etapas requeridos para una correcta contabilización y cálculo de los gases.

ISO 14064 – 1: Esta sección se centra en el diseño y desarrollo de los inventarios de GEI. La norma contiene información para poder definir los límites, criterios de selección de fuentes emisoras, recomendaciones en la metodología del cálculo, formato y contenido informativo de los informes de inventario.

ISO 14064 – 2: Esta sección detalla la metodología de cálculo de la reducción de emisiones asociadas a la ejecución de proyectos o al diseño de actividades. Comprende las dos fases de un proyecto: Planificación e implementación.

ISO 14064 – 3: Esta sección de la norma detalla los procesos y metodologías para la correcta verificación de los inventarios de emisiones de GEI.

GHG PROTOCOL – ALCANCES 1, 2 Y 3.

La iniciativa del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) es una alianza formada por diversas empresas, organizaciones no gubernamentales, así como entidades gubernamentales y otros agentes, reunidas bajo la coordinación del World Resources Institute (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). Formada en 1998, el objetivo de la organización es el de desarrollar estándares de contabilidad y reporte para empresas aceptados de forma internacional, así como promover la adopción de estas herramientas.

El estándar corporativo de contabilidad y reporte del protocolo de GEI (ECCR) ofrece estándares y aproximaciones metodológicas para el desarrollo de inventarios de emisiones. Como herramienta cubre la contabilidad de los seis gases previstos por el Protocolo de Kioto y fue diseñado con los objetivos de aportar a las empresas una herramienta para gestionar la contabilidad de sus emisiones reales en base a un enfoque replicable de principios estandarizados. La metodología presenta tres alcances de implementación (alcance 1, 2 y 3) que responde a la tipología de emisiones consideradas dentro del cálculo (directo, indirecto de generación y otras indirectas).

La existencia de una metodología como esta simplifica la necesidad de diseñar protocolos de recopilación y cálculo de las emisiones para las organizaciones ofreciéndoles la posibilidad de que puedan plantear estrategias de reducción de emisiones, así como facilitar su participación en programas de reducción de GEI (tanto voluntarios como obligatorios). Aunque es un estándar diseñado principalmente con un enfoque en el mundo empresarial, es igualmente aplicable a cualquier tipo de agente cuya actividad tenga como consecuencia la emisión de GEI. La metodología del mismo se enfoca únicamente en la contabilidad/reporte de emisiones y no requiere del reporte de información ni al WRI ni al WBCSD así como tampoco plantea condiciones sobre las que deben realizarse las verificaciones de los inventarios.

BILAN CARBONE

El Bilan Carbone es una metodología desarrollada por la ADEME (Agencia de Medio Ambiente y Energía Francesa) en materia de cálculo de la huella de carbono compatible con las metodologías definidas por la ISO 14064 y la iniciativa del GHG Protocol. El objetivo fundamental de la herramienta es proporcionar el mapa más amplio posible de emisiones asociadas a procesos relacionados con la actividad de empresas u organizaciones y es aplicable a todo tipo de actividades (industrial, residencial, servicios o sector público) comprendidas en el territorio francés. Las emisiones consideradas por esta metodología comprenden los seis gases definidos en el marco del Protocolo de Kioto.

CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES

La cuantificación de las emisiones de GEI se resume en dos pasos:

1. Obtención de la emisión de GEI: Estos datos se obtienen a partir de la actividad que produce el gas a base de procesos de transformación química como la combustión fija o móvil, emisiones de proceso o degradación de materia orgánica. Se toma en cuenta también emisiones indirectas causadas por la electricidad consumida; y el ciclo de vida de los materiales.

$$\text{Emision de GEI (t GEI)} = DA * fe$$

Ecuación 1. Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Donde:

DA: Dato de actividad

Fe: Factor de emisión en Toneladas de CO2

Dato de actividad

Medida cuantitativa de la actividad que produce la emisión. En el caso de combustiones en fuentes fijas se lo expresa en unidades de energía (tj, terajulio) y en el caso de fuentes móviles se toma en cuenta el factor de emisión en base a la distancia recorrida (Km, kilómetro). Si hablamos de emisiones de proceso, el dato de la actividad se toma en cuenta como la producción (masa, volumen) o el consumo de una determinada materia prima. En el caso de electricidad el dato de la actividad será el consumo eléctrico de la instalación (expresado en KWh).

| DATO DE ACTIVIDAD | UNIDADES |
|--------------------------|--------------------------------|
| Fuentes Fija | Terajulio |
| Fuente Movil | Kilómetro recorrido |
| Procesos | Masa o volumen del producto |
| Energía eléctrica | Kilovatios por hora de consumo |

Factor de emisión

Viene expresado como toneladas de GEI/unidad (Según la unidad del dato de actividad). El factor de emisión depende del tipo y características del proceso de transformación química y tipo de combustible.

Los factores de emisión existen según categorías: Factores de emisión para procesos productivos, por degradación de materia orgánica y distancia recorrida para diferentes vehículos.

2. Conversión de los datos de emisión (t de GEI) a toneladas de CO₂e: Consiste en la obtención de un valor de dióxido de carbono equivalente donde el dato de emisión es multiplicado por el potencial de calentamiento global.

$$Emision (t CO_2e) = DE * FCG$$

Ecuación 2. Emisión en toneladas de CO₂

Donde:

DE es el dato de emisión

FCG, factor de calentamiento global [Sin unidades]

Dato de emisión

Medida cuantitativa de la emisión producida. Se conoce este dato o bien porque sabemos cuál es la masa de emisiones fugitivas (por ejemplo las recargas de fluido refrigerante), bien porque disponemos de una medición (medición constante de CH₄ emitido por ejemplo) o bien por que el factor de emisión es medido en unidades diferentes a CO₂e.

Potencial de calentamiento global (a 100 años)

Es un factor que define el impacto de la fuerza de radiación de una unidad basándose en la masa de GEI determinado, con relación a una unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo de 100 años

| POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| GEI | Potencial calentamiento global [GWP] | Fuente |
| CH ₄ | 25 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| N ₂ O | 298 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| SF ₆ | 22800 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| R134a | 1430 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| R22 (HCFC-22) | 1810 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| R32 (HFC-32) | 675 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| R125 (HFC-125) | 3500 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| R134a | 1430 | IPCC - AR 4- WG 2- Chapter 2 |
| R410a | 2088 | Mezcla de 50 % R32 y 50 % R125 |
| R407 | 1774 | Mezcla de 23 % R32, 25 % R125 y 52 % R134A |

Ilustración 18. Potencial de Calentamiento Global.

Fuente: IPCC

BASE DE DATOS

Para la obtención de los factores de emisión de diferentes materiales se han utilizado las siguientes fuentes:

- **Inventory of Carbon and Energy (ICE)** es un inventario de factores de emisión desarrollado por el departamento de ingeniería mecánica de la Universidad de Bath en Reino Unido. Ha sido publicado en su sitio web libremente y ha recibido buena acogida principalmente por motivos de investigaciones realizadas por empresas, universidades y academias.
- **Embodied CO2 of Factory made cements and combinations**, es un estudio realizado por el British Cement Association (BCA) realizado en el año 2009 donde se realiza el análisis del ciclo de vida del cemento. Su importancia radica al ser una base de datos gratuita con un inventario mucho menor al ICE. Este estudio se realizó en base a la norma ISO 14067.
- **Guidelines to Defra/DECC Greenhouse Gas Conversions Factors for Company Reporting**, es otro inventario realizado por el Department of Environment Food and Rural Affairs del gobierno británico. Este inventario se centra en las toneladas de dióxido de carbono equivalente para cada tipo de combustible, energía y vehículos.

ENFOQUE EN LA CONSTRUCCIÓN

- Obras civiles

La ingeniería civil es la rama de la ingeniería que aplica los conocimientos de física, hidráulica, química y geología para la construcción de edificios, obras hidráulicas y de transporte que permite el desarrollo de la sociedad, de tal forma que ha sido conocida como la ingeniería de la civilización. El ingeniero civil posee cualidades de carácter organizativo en la planificación de ambientes urbanos y rurales, la construcción de estos espacios y su posterior mantenimiento y mejoramiento; claros ejemplos son los planes de ordenamiento territorial, sistemas de abastecimiento de agua potable, riego y alcantarillado al igual que circuitos viales que conecten de manera adecuada diferentes asentamientos humanos.

Una temática importante en los últimos años ha sido el cuidado y la preservación medio ambiental, donde el ingeniero civil debe satisfacer las necesidades de la sociedad por medio de sus obras civiles siempre y cuando se optimice la reducción de polución y contaminación de recursos no renovables, tales como son el agua, aire y suelo, siendo estos los más importantes.

Las obras civiles se definen como aquellas estructuras y construcciones hechas por el hombre, estudio y diseño destinado a los ingenieros civiles, destinadas a la población. Estas edificaciones derivan de las siguientes ramas:

- Ingeniería Estructural: Estudia y diseña edificaciones capaces de resistir cargas permanentes por el peso propio, transitorias o vivas debidas a la ocupación de la estructura, cargas de sismo y cargas de viento en caso de que las haya. Siempre procuran un estado de servicio mínimo en la medida de lo posible.
- Ingeniería Hidráulica: Se encarga del diseño de sistemas de tuberías y canales para poder administrar de manera óptima y eficiente la distribución del recurso agua.
- Ingeniería Geotécnica: Se encarga de estudiar las propiedades del suelo sobre el cual se va a erigir una edificación, tales como son: Cohesión, plasticidad, resistencia a carga, granulometría, por citar ejemplos. [28]

Construcción de edificios.

La construcción de edificios constituye una técnica destinada a la vivienda. En sus inicios fue una actividad destinada únicamente a la búsqueda de un ambiente y temperatura controlada frente a diferentes factores externos y cambios climáticos, siendo estos refugios que duraban días o en el mejor de los casos meses, sin embargo, cuando el hombre desarrolló la agricultura era fundamental la búsqueda de un lugar donde permanecer mayores periodos de tiempo, es ahí donde nacieron los primeros asentamientos humanos por medio de la edificación de estructuras más duraderas, que no solo servían como viviendas, también como bodegas o almacenes, hallando así una estrecha relación entre la agricultura y la construcción.

La construcción con el paso de los años ha ido evolucionando principalmente en sus materiales; antiguamente se usaban materiales perecibles, frágiles y menos duraderos tales como hojas, pieles de animales entre otros, sin embargo, estudios han permitido implementos más resistentes, dúctiles y duraderos como el ladrillo, bloque, hormigón y acero. Estudios se enfocan en el desarrollo de edificios cada vez más altos con tecnología aisladora de calor y ruido, además buscando la reducción de esfuerzo muscular en su construcción e impulsando la utilización de maquinaria.

Se resalta que para la construcción de edificios se requiere de una gran cantidad de profesionales y mano de obra especializada, tal es el caso que desde un inicio se necesita del diseño estructural provisto por un ingeniero civil, posterior a la conciente aprobación del proyecto en si empieza la fase constructiva la cual es dirigida por el contratista que cumple la función de líder administrando recursos humanos, materiales y económicos para de esta forma plasmar en la realidad lo que fue concebido en planos. La mano de obra que va a trabajar en la construcción debe tener una debida experiencia y especialidad en su rama, ya sea en procesos de albañilería, fontanería o conexiones eléctricas.

TIPOS DE ESTRUCTURAS

Un sistema estructural es definido por diferentes consideraciones, entre las más importantes tenemos:

- Función estructural: Resistencia a la compresión, tracción, sistemas verticales, estructuras en voladizo.
- La forma geométrica u orientación del mismo
- Los materiales
- Las uniones
- Condiciones específicas de carga
- Carga de servicio y ocupación del edificio
- Los procesos constructivos.

Sistemas estructurales

- **Sistemas viga columna**

Estos sistemas estructurales consisten en la utilización de columnas y vigas que trabajan transmitiendo las cargas hacia las cimentaciones de la edificación. Se les conoce con el nombre de sistemas aporticados, debido a que usan pórticos dispuestos en dos sentidos sobre los cuales se dispone una losa. Estas estructuras pueden ser arriostradas ya sea con muros estructurales o cruces de San Andrés.

Pueden ser estructuras de hormigón armado, perfiles de acero o incluso madera.

Las columnas son elementos estructurales verticales que trabajan a compresión lineal, soportando cargas de pandeo de igual manera donde depende mucho la esbeltez relativa.

Las vigas son elementos estructurales que trabajan a flexión, soportando cargas de compresión en las caras superiores y tracción en las caras inferiores; de igual manera soportan resistencia a esfuerzos cortantes. Las vigas cumplen la función de transmitir las cargas de peso propio, cargas vivas y cargas aplicadas en la losa hacia las columnas.



Ilustración 19. Sistema estructural aporricado de hormigón armado

- **Sistemas amurallados**

Los muros estructurales de concreto reforzado son sistemas ampliamente utilizados en la construcción de edificaciones sismo resistentes. Su función principal se centra en la disipación de energía producida por cargas laterales como cargas de sismo o viento, disminuyendo en gran medida los desplazamientos laterales de la estructura; por tal motivo estos elementos estructurales son utilizados en estructuras de gran altura o que presenten elevadas derivas de piso y necesitan ser rigidizadas.

Los muros se caracterizan por tener una longitud de espesor relativamente más pequeña que el alto y largo del elemento. De igual manera el armado se lo realiza longitudinalmente y verticalmente con el fin de resistir la fuerza cortante en las dos direcciones ortogonales al plano del muro, así como las sollicitaciones producidas por el momento flector y la carga axial.

El comportamiento de un muro estructural se define como una viga vertical empotrada en voladizo (cantiliever) con una deformación dominante en la flexión.



Ilustración 20. Partes de un muro rectangular simple.

Fuente: Lehman and Lowes (2013)

Como sistemas estructurales, las estructuras amuralladas en comparación a los sistemas de pórticos presentan un mejor comportamiento sísmico resistente para estructuras de mediana y gran altura. Sus características aportan al edificio una mayor rigidez, lo cual disminuye sus desplazamientos laterales al estar sometidos a cargas sísmicas. De igual manera tiene una buena capacidad de deformación que les permite disipar energía.

En el caso de sistemas estructurales con pórticos no son capaces de soportar cargas laterales tan eficientemente como un muro de corte, debido a que se deformarían por el cortante inducido. Sin embargo, existen sistemas duales, los cuales combinan ambas prácticas estructurales, la utilización de pórticos y muros. [29]

- **Sistemas Duales**

Los sistemas estructurales duales combinan la utilización de pórticos y muros de corte. Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momento, mientras que las fuerzas horizontales son resistidas por los muros estructurales; también las cargas verticales y horizontales pueden ser resistidas por pórticos especiales resistentes a momentos combinado con muros estructurales formando el sistema dual.

Este sistema es empleado en altos rascacielos combinando la acción de muros perimetrales y centrales, o también el uso de un núcleo con marcos entramados. Los marcos soportan las cargas gravitacionales (carga Viva y Muerta) y los muros las cargas laterales (cargas de viento y sismo).

Para que un sistema pueda clasificarse como dual debe de cumplir con las siguientes características:

- El pórtico espacial resistente a momentos, sin diagonales, esencialmente completo debe ser resistente a soportar las cargas verticales.
- Las fuerzas horizontales son resistidas por la combinación de muros estructurales o pórticos con diagonales, con el pórtico resistente a momento, el cual puede ser diseñado para liberar energía.
- Los dos sistemas deben diseñarse de tal manera que sean capaces de resistir en conjunto el cortante sísmico basal, donde el muro debe resistir no menos que el 75 por ciento del cortante.

A pesar de las diferencias en el funcionamiento estructural entre estos dos últimos sistemas, básicamente ellos combinan la capacidad resistente entre los pórticos y las pantallas que puedan contener. Las pantallas normalmente se localizan en los ductos de los ascensores, escaleras o en lugares donde no afecten la arquitectura, pero para que realmente sean eficientes, deben localizarse dentro de los pórticos desde el cimiento hasta donde haya requerimientos de rigidez, pudiendo transformarse en columnas en los pisos superiores. [30]



Ilustración 21. Sistema estructural dual.

Materiales estructurales

En una edificación es de suma importancia conocer las propiedades de cada material que la conforma, en sobremanera si hablamos de aquellos que conforman los elementos estructurales de la misma, por tal motivo vamos a analizar dos factores principales: Propiedades estructurales esenciales y sus propiedades generales:

- Propiedades estructurales esenciales

Resistencia: Esta propiedad puede variar según la dirección de aplicación de la fuerza, la densidad del material, la temperatura a la que está sometido y el contenido de humedad del mismo.

Resistencia a la deformación: Evalúa el grado de rigidez, elasticidad, ductilidad y su variación en función de la carga aplicada y el tiempo.

Dureza: Resistencia a la raspadura o al corte de la superficie del material, también conocido como resistencia a la abrasión o desgaste.

Resistencia a la fatiga: Pérdida progresiva de la resistencia en función del tiempo.

Uniformidad de estructura física: Se centra principalmente en la madera, estudiando las vetas y nudos que encuentra la misma. En el concreto analiza el agrietamiento del mismo en planos cortantes. En el acero y metal estudia los efectos de la cristalización.

Entre los materiales más utilizados en la construcción tenemos:

Madera: Ha servido como material para elementos estructurales como no estructurales en una obra civil, y puede ser tratado industrialmente para mejorar sus características y propiedades.

La madera es un conjunto de fibras que se extienden longitudinalmente y un tronco que está recubierto de diferentes capas, propiedades de las cuales depende la densidad y resistencia de la misma.

Acero: El acero es un material completamente industrializado y está sujeto a estrecho control de su composición y de los detalles de su moldeo y fabricación. Tiene las cualidades adicionales deseables de no ser combustible, no pudrirse y ser estable dimensionalmente con el tiempo y los cambios de temperatura. Las desventajas son su rápida absorción de calor y la pérdida de resistencia (cuando se expone al fuego), corrosión (cuando se expone a la humedad y al aire).

Concreto: La palabra concreto se usa para describir una variedad de materiales que tienen un elemento en común: el uso de un agente aglutinante o aglomerante para formar una masa sólida a partir de un agregado suelto inerte ordinario.

Los tres ingredientes básicos del concreto ordinario son agua, agente aglomerante (conocido con el nombre de cemento) y agregado suelto (generalmente arena y grava).

Su principal desventaja es la falta de resistencia al esfuerzo de tensión. Debido a su amorfismo, su amoldeado y acabado presentan, a menudo, los mayores gastos en su uso. El precolado de fábrica en formas permanentes es una técnica común utilizada para superar ese problema.

Aluminio: Se usa para una gran variedad de elementos estructurales, decorativos y funcionales en la construcción de edificios. Las principales ventajas son su peso ligero y su alta resistencia a la corrosión.

Mampostería: Se usa para describir una variedad de deformaciones que constan de elementos separados entre sí por algún elemento aglutinante.

Los elementos pueden ser roca bruta o cortada, losetas o ladrillos cocidos de arcilla, o unidades de concreto. Tradicionalmente, el aglutinante es mortero de cemento-cal.

Plásticos: Los elementos de plástico representan la mayor variedad de uso de la construcción de edificios. Algunos de los principales problemas con los plásticos son su falta de resistencia al fuego, escasa rigidez, expansión térmica e inestabilidad química o física con el tiempo. [31]

VOLUMENES DE OBRA

Para la cualquier tipo de construcción, el contratista inicialmente debe planear la obra, la cantidad de materiales necesarios para satisfacer su trabajo y de igual manera organizar y planear el orden de ejecución de las diferentes actividades que realizará, por ello es frecuente diseñar un presupuesto inicial a la par del cronograma de actividades, para de esta manera organizar en una línea de tiempo los rubros de construcción y posterior a ello conocer la cantidad de los materiales necesarios.

Debemos definir entonces los siguientes términos:

- **Unidad de obra**

Unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo para fines de medición y pago

- **Rubro**

Se denomina rubro a una categoría que se utiliza para agrupar dentro de ella a objetos o actividades que entre sí poseen determinadas características; el rubro en un presupuesto es una actividad que se va a realizar dentro de la obra en cuestión a construirse, dicho rubro consta con su cantidad y precio unitario determinado por el debido análisis de precios unitarios, y está determinado por una unidad de medida.

- **Cantidad**

La cantidad de un rubro se la mide en diferentes unidades de medida, dependiendo de cuál sea la más factible y facilite el cuantificar el trabajo realizado. [32]

Para este trabajo se empleará los rubros de construcción del Edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato, de esta manera conoceremos la cantidad de cada rubro y se calculará las toneladas de dióxido de carbono emitido por cada material o actividad.

EDIFICACIONES VERDES

Edificaciones Sustentables.

Para poder definir a una edificación como sustentable primero debemos tomar en cuenta su definición: “Una edificación sustentable es aquella que se compromete a satisfacer las necesidades presentes sin poner en riesgo el cumplimiento de las necesidades que se darán a futuro”. [34]

Entre algunos de los parámetros que definen una edificación como sustentable tenemos:

- Economía
- Durabilidad
- Humedad
- Recinto
- Ventilación
- Mantenimiento
- Sistemas utilizados
- Ocupación

Medidas para una edificación sustentable

Debemos tomar en cuenta 3 parámetros fundamentales para el diseño de una edificación sustentable. Entre ellos podemos destacar el confort, la energía utilizada y la salud que asegura para sus ocupantes.

Medidas de confort

Entre las medidas de confort tenemos: Temperatura; Humedad y Velocidad del aire.

Temperatura:

Para obtener una temperatura en cualquier habitación adecuada para asegurar el confort en sus ocupantes debemos tomar en cuenta la temperatura corporal, donde la adecuada radica en los 37 grados centígrados con variaciones de 0.2 grados; la temperatura de una habitación confortable debe variar en comparación a la temperatura humana en 2 grados centígrados superior o inferior, tal y como lo demuestra la siguiente gráfica:

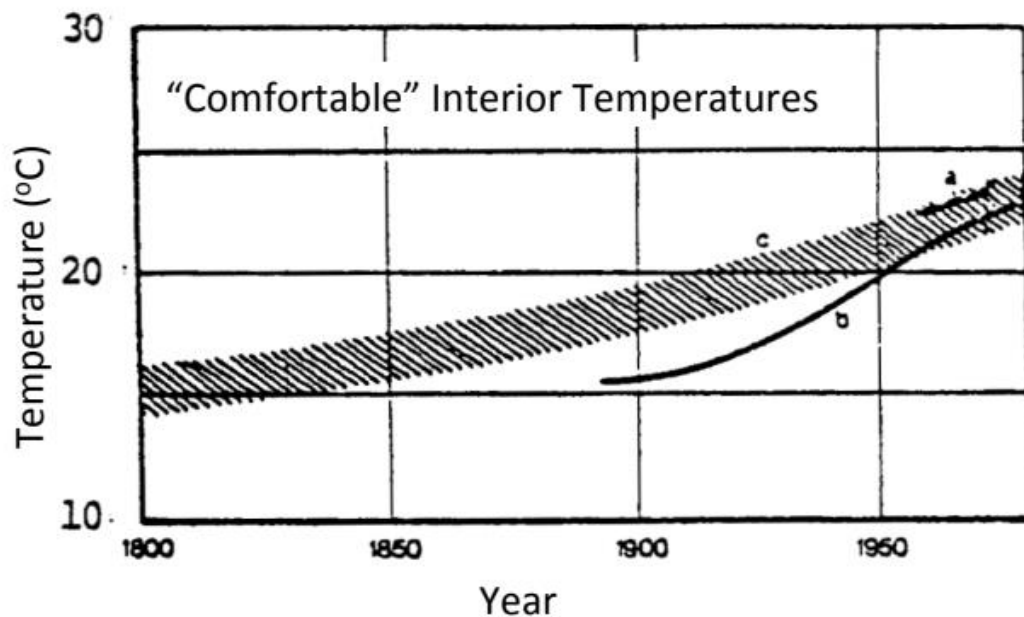


Ilustración 22. Temperaturas cómodas según los años. Fuente: Markus and Morris, Climate and Energy.

Humedad

La humedad es otra medida de confort correspondiente a la temperatura, donde los rangos de humedad en una habitación o espacio se pueden apreciar de mejor manera en la siguiente tabla:

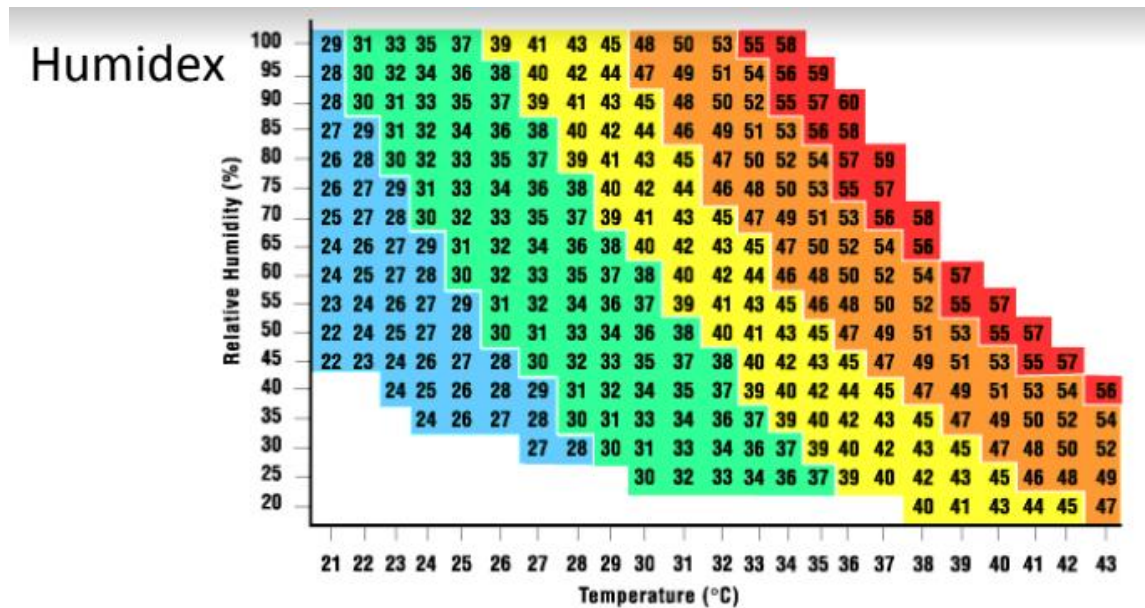


Ilustración 23. Rangos de humedad.

Fuente: Canadian Center OF Ocupaccional Health and Safety

| LEGEND | HUMIDEX RANGE (°C) | DEGREE OF COMFORT |
|--------|--------------------|----------------------------------|
| | Less than 29 | No discomfort |
| | 30 - 39 | Some discomfort |
| | 40 - 45 | Great discomfort; avoid exertion |
| | Above 45 | Dangerous |
| | Above 54 | Heat Stroke imminent |

Como se puede observar en base al rango menor a 29 señalado con una coloración azul tenemos una temperatura conforme y habitable, sin embargo, a medida que la temperatura aumenta en rango de humedad también y esto produce ambientes incomodos y en ocasiones hasta peligrosos contra la salud humana, desde un rango mayor a 45.

Velocidad del aire

Otro factor importante para el cálculo de la humedad es el factor de confort con la temperatura del aire contra la velocidad del mismo, que se presenta en la siguiente ilustración:

| | | Air Temperature (Celsius) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-----|---------------------------|-----|-----|---------------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 | -35 | -40 | -45 | -50 | -55 | -60 |
| Wind Speed (km/hr) | 6 | -2 | -3 | -4 | -5 | -7 | -8 | -14 | -19 | -25 | -31 | -37 | -42 | -48 | -54 | -60 | -65 | -71 |
| | 8 | -3 | -4 | -5 | -6 | -7 | -9 | -14 | -20 | -26 | -32 | -38 | -44 | -50 | -56 | -61 | -67 | -73 |
| | 10 | -3 | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 | -15 | -21 | -27 | -33 | -39 | -45 | -51 | -57 | -63 | -69 | -75 |
| | 15 | -4 | -6 | -7 | -8 | -9 | -11 | -17 | -23 | -29 | -35 | -41 | -48 | -54 | -60 | -66 | -72 | -78 |
| | 20 | -5 | -7 | -8 | -9 | -10 | -12 | -18 | -24 | -30 | -37 | -43 | -49 | -56 | -62 | -68 | -75 | -81 |
| | 25 | -6 | -7 | -8 | -10 | -11 | -12 | -19 | -25 | -32 | -38 | -44 | -51 | -57 | -64 | -70 | -77 | -83 |
| | 30 | -6 | -8 | -9 | -10 | -12 | -13 | -20 | -26 | -33 | -39 | -46 | -52 | -59 | -65 | -72 | -78 | -85 |
| | 35 | -7 | -8 | -10 | -11 | -12 | -14 | -20 | -27 | -33 | -40 | -47 | -53 | -60 | -66 | -73 | -80 | -86 |
| | 40 | -7 | -9 | -10 | -11 | -13 | -14 | -21 | -27 | -34 | -41 | -48 | -54 | -61 | -68 | -74 | -81 | -88 |
| | 45 | -8 | -9 | -10 | -12 | -13 | -15 | -21 | -28 | -35 | -42 | -48 | -55 | -62 | -69 | -75 | -82 | -89 |
| | 50 | -8 | -10 | -11 | -12 | -14 | -15 | -22 | -29 | -35 | -42 | -49 | -56 | -63 | -69 | -76 | -83 | -90 |
| | 55 | -8 | -10 | -11 | -13 | -14 | -15 | -22 | -29 | -36 | -43 | -50 | -57 | -63 | -70 | -77 | -84 | -91 |
| | 60 | -9 | -10 | -12 | -13 | -14 | -16 | -23 | -30 | -36 | -43 | -50 | -57 | -64 | -71 | -78 | -85 | -92 |
| | 65 | -9 | -10 | -12 | -13 | -15 | -16 | -23 | -30 | -37 | -44 | -51 | -58 | -65 | -72 | -79 | -86 | -93 |
| | 70 | -9 | -11 | -12 | -14 | -15 | -16 | -23 | -30 | -37 | -44 | -51 | -58 | -65 | -72 | -80 | -87 | -94 |
| | 75 | -10 | -11 | -12 | -14 | -15 | -17 | -24 | -31 | -38 | -45 | -52 | -59 | -66 | -73 | -80 | -87 | -94 |
| 80 | -10 | -11 | -13 | -14 | -15 | -17 | -24 | -31 | -38 | -45 | -52 | -60 | -67 | -74 | -81 | -88 | -95 | |
| 85 | -10 | -11 | -13 | -14 | -16 | -17 | -24 | -31 | -39 | -46 | -53 | -60 | -67 | -74 | -81 | -89 | -96 | |
| 90 | -10 | -12 | -13 | -15 | -16 | -17 | -25 | -32 | -39 | -46 | -53 | -61 | -68 | -75 | -82 | -89 | -96 | |
| 95 | -10 | -12 | -13 | -15 | -16 | -18 | -25 | -32 | -39 | -47 | -54 | -61 | -68 | -75 | -83 | -90 | -97 | |
| 100 | -11 | -12 | -14 | -15 | -16 | -18 | -25 | -32 | -40 | -47 | -54 | -61 | -69 | -76 | -83 | -90 | -98 | |
| 105 | -11 | -12 | -14 | -15 | -17 | -18 | -25 | -33 | -40 | -47 | -55 | -62 | -69 | -76 | -84 | -91 | -98 | |
| 110 | -11 | -12 | -14 | -15 | -17 | -18 | -26 | -33 | -40 | -48 | -55 | -62 | -70 | -77 | -84 | -91 | -99 | |
| | | 0 to -10 Low | | | -10 to -25 Moderate | | | -25 to -45 Cold | | | -45 to -59 Extreme | | | -60 Plus very Extreme | | | | |

Ilustración 24. Temperatura del aire en grados Celcius. Fuente: P. Bentley

Como podemos ver los rangos entre -10 a -25 son los adecuados para el confort de una habitación en función a la temperatura, puesto que a medida que disminuye la temperatura de aire en la atmósfera el confort va disminuyendo, recalcando que a altas velocidades el confort decrece.

Medidas de Energía.

La energía, generalmente en ciudades con bajas temperaturas como Ontario – Canadá, es utilizada en la calefacción de viviendas y edificios. Por tal motivo existe la OBC por sus iniciales Ontario Building Code, constituida como la legislación que ampara las edificaciones pensando en la seguridad estructural, pública y la conservación de energía.

Entre los parámetros que rigen tenemos:

- Establece objetivos y requisitos para nuevas construcciones
- Proporciona estándares para aguas residuales y sus sistemas
- Establece normativas de uso de energía y calefacción

Sin embargo, el factor a analizar en esta sección corresponde al uso de energía y técnicas en la calefacción de viviendas. Por tal motivo el OBC 2012 ha establecido un gráfico describiendo las mayores pérdidas de calor que se da anualmente, donde la ventilación constituye un factor predominante con alrededor del 41%, seguido de ello se encuentra la ubicación de ventanas con el 21% y como tercer factor tenemos los muros y sus sistemas de aislamiento térmico con un 17%.

OBC Home Components of Annual Heat Loss

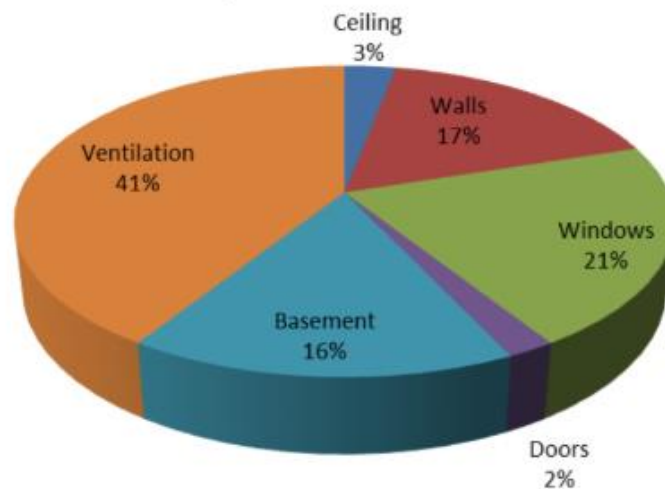


Ilustración 25. Componentes para la pérdida de calor anual.

Fuente: OBC 2012

Según la OBC existen ciertas recomendaciones para construir viviendas que satisfagan la situación económica y la legislación ambiental en Ontario, sin embargo, algunas recomendaciones que se ofrece encontramos las siguientes:

- Certificaciones de rendimiento energético: El código de construcción de Ontario cuenta con parámetros o límites en el consumo de energía con la finalidad de cuidar del medio ambiente.
- Iniciativas en la conservación de energía
- Concientización con los precios de CO2 en la energía.

Medidas de Salud.

Al momento de hablar de medidas de salud estamos enfocando el tema hacia la calidad ambiental interior, con el fin de comprender sus definiciones, principales contaminantes y tareas preventivas.

El término de salud ambiental se encarga de estudiar y valorar los efectos del medio ambiente sobre la salud humana, en este caso sobre la salud de los habitantes de una edificación según sus riesgos físicos, químicos, psicosociales o biológicos; la sanidad ambiental es el conjunto de medidas y competencias para llevar a cabo con la ayuda de organismos públicos para fomentar la salud de la población.

Por tal motivo se definió el término “Síndrome del edificio enfermo”, que caracteriza a aquellas edificaciones que producen efectos adversos en la salud de sus habitantes desde tos, irritación en los ojos, náuseas, vértigo, etc. La calidad del aire interior (CAI) por tal motivo influye en este apartado y la forma de ventilación de igual manera.

- Contaminantes

Los mayores problemas que afectan a la salud consisten en la prolongación de gases contaminantes en el ambiente ya sea a corto o largo plazo. En este caso hablamos de intoxicaciones agudas causadas por gases de origen químico.

La contaminación en espacios exteriores e interiores varía, siendo menor la segunda en comparación; así la EPA desarrollo una tabla comparando las cantidades asumiendo una permanencia en ambientes del 90% del tiempo, en un periodo final de 21.6 horas.

| Contaminantes peligrosos en el aire (HAPs) | Exposición estándar diaria | |
|--|---|--|
| | Aire exterior | Aire interior |
| | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 21,6 horas (90% del tiempo) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para 2,4 horas (10% del tiempo) |
| Acetaldehído | <216 | <7,2 |
| Benceno | 108 | 12 |
| Tetracloruro de carbono | <108 | 204 |
| Cloroformo | 21,6 | 0,48 |
| Estireno | 43,2 | 1,44 |
| Tetracloroetileno | 108 | 4,8 |
| Tricloroetileno | 108 | 1,2 |

Ilustración 26. Resumen de concentraciones de contaminantes "exposición por día".

Fuente: Tabla N°4 Informe EPA

Cabe resaltar que para llegar a las condiciones ambientales óptimas tanto en salud como confort se necesita del consumo de energía, ya sea en épocas invernales donde sea necesaria la calefacción o en el verano, zonas cálidas, donde se requiere de aire acondicionado. El uso de estas medidas energéticas radica en una mayor contaminación para el ambiente y el aire exterior [33].

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

La industria de la construcción se encarga de generar una gran contaminación principalmente por la fabricación de sus materiales y conjunto a ello el transporte de los mismo; añadido a ello el consumo de energía para asegurar el confort y la salud habitacional de sus ocupantes, sin embargo, todas estas actividades resultan en emisiones muy altas de gases de efecto invernadero, contaminantes potentes para la atmósfera y que atentan contra el bienestar ambiental. Por tal motivo se habla del término “Construcción Ecológica”, cuya finalidad es la de diseñar, construir y operar edificios para maximizar la salud de sus habitantes, minimizar la utilización de recursos, reducir los desechos producidos por la edificación y por ende la emisión de gases de efecto invernadero [34].

Los edificios y las comunidades, tomando en cuenta la cantidad de recursos necesarios para su construcción, la energía invertida en sus procesos, influyen en gran manera contra el entorno y la salud humana. En los Estados Unidos las consecuencias de la construcción de edificios convencionales se en lista con los siguientes datos estadísticos:

- La construcción de edificios abarca el 14% del consumo de agua potable.
- Contribuye con el 30% de la producción de desechos
- Aporta el 40% del consumo de materias primas disponibles en el país.
- La construcción es una industria que contribuye con el 38% de las emisiones de gases de efecto invernadero, específicamente hablando del dióxido de carbono.
- Se consume en promedio un rango del 70% en el gasto energético tanto en el proceso de construcción como en la utilización y funcionamiento propio de la edificación.

De igual manera las prácticas convencionales en la construcción han producido complicaciones en la salud humana y en el medio ambiente:

- En su afán de expandir los centros poblados, la limpieza y desbroce del terreno produce la destrucción de los hábitats naturales, ahuyentando la vida silvestre.
- La extracción, refinación, procesamiento y transporte de materiales son procesos que contaminan el agua y aire de la atmósfera, liberando aguas contaminadas de residuos y químicos y gases de efecto invernadero expulsados hacia la atmósfera.

- El coste energético tanto en maquinarias así como el transporte de personal contribuye a las emisiones nocivas para el aire.

En base a estudios realizados por el New Buildings Institute se evidencio los siguientes ahorros energéticos por medio de la utilización de edificaciones verdes, donde haciendo una breve relación con las construcciones convencionales se muestra una disminución del 24% del consumo energético por metro cuadrado.

Después de realizar un estudio con una muestra de 12 edificios ecológicos construidos se determinó los siguientes datos:

- Disminución del 26% en el consumo de energía
- Aumentos en el nivel de satisfacción de sus habitantes en un 27%.
- Disminución en los costos de mantenimiento en un 13%
- Disminución de las emisiones de dióxido de carbono en un 33%.

Junto con el USGBC (United States Green Building Council) se establecieron los parámetros para la calificación de un edificio y que de esta forma ingrese a la certificación LEED. Para ello primero la construcción debe cumplir ciertos parámetros de esta forma ganará puntos y alcanzará uno de los tres niveles de certificación diferente:

Entre las categorías con sus puntajes podemos enlistar:

1. Ubicación y transporte (16 puntos)
2. Sitios sostenibles (10 puntos)
3. Uso eficiente del agua (10 puntos)
4. Energía y atmósfera (35 puntos)
5. Materiales y recursos (14 puntos)
6. Calidad ambiental interior (15 puntos)
7. Innovación en el diseño (6 puntos)
8. Prioridad regional (4 puntos)

Ubicación y transporte: Evitar el desarrollo en sitios no apropiados. Reducir la distancia de desplazamiento de vehículos. Promover la habitabilidad y mejorar la salud humana mediante el fomento de la actividad física diaria.

Sitios Sostenibles: Aboga principalmente por definir correctos criterios de emplazamiento de los proyectos, por la Revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la conectividad o cercanía al transporte público, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas lluvias en el terreno seleccionado.

Uso eficiente del agua: Nos incentiva a utilizar el recurso agua de la manera más eficiente, a través de la disminución 0 del agua de riego, con la adecuada selección de especies y la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo, por ejemplo.

Energía y atmósfera: Debe cumplir con los requerimientos mínimos del Standard ASHRAE 90.1-2007 para un uso eficiente de la energía que utilizamos en nuestros proyectos, para esto se debe demostrar un porcentaje de ahorro energético (que va desde el 12 % al 48 % o más) en comparación a un caso base que cumple con el estándar. Además, se debe asegurar en esta categoría un adecuado comportamiento de los sistemas del edificio a largo plazo.

Materiales y recursos: La categoría de crédito de Materiales y Recursos se enfoca en minimizar la energía incorporada y otros impactos asociados con la extracción, procesamiento, transporte, mantenimiento y disposición de materiales de construcción. Los requisitos están diseñados para respaldar un enfoque de ciclo de vida que mejore el rendimiento y promueva la eficiencia de los recursos.

Calidad ambiental interior: Describe los parámetros necesarios para proporcionar un adecuado ambiente interior en los edificios, una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, el control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación para los usuarios.

Innovación en el diseño: Los créditos frente a la experiencia de construcción sostenible, así como medidas de diseño que no están cubiertos bajo las cinco categorías de crédito LEED.

Las certificaciones se escogen en los siguientes niveles:

1. Certificación LEED (40 a 49 puntos)
2. Certificación plateada (50 a 59 puntos)
3. Certificación dorada (60 a 79 puntos)
4. Certificación platinada (mayor igual a 80 puntos)

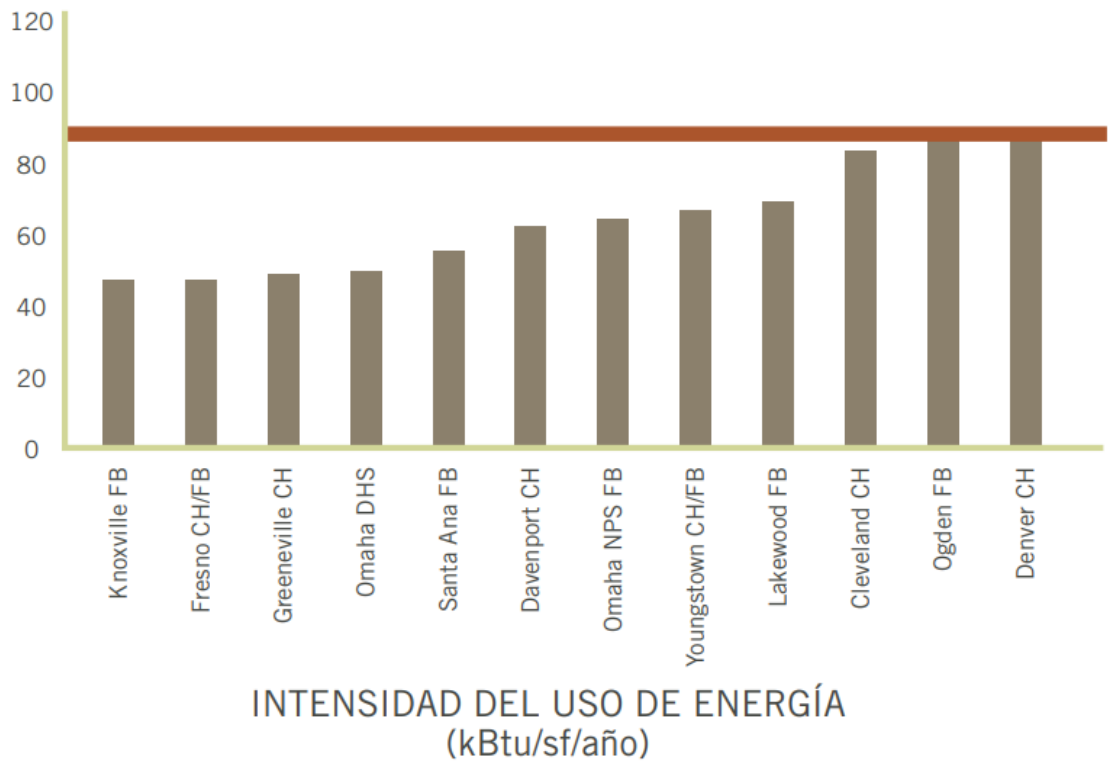


Ilustración 27. Intensidades de uso de energía para los edificios gubernamentales de EE. UU. Diseñados de manera sustentables (Fuente: GSA 2008) La barra roja indica la intensidad de uso de energía promedio a nivel nacional.

Construcción Ecológica

La construcción ecológica no se cierra únicamente en un solo proceso, más bien es una práctica que requiere de continuidad y diversidad aplicada a comunidades, edificios, interiores, todo en base también a la forma de vida de la sociedad y su principal sustento. Por tal motivo una construcción ecológica fluye a través de todo el ciclo de vida de la construcción, desde el planteamiento de la ideas, hasta el fin de la vida útil del proyecto.

La construcción ecológica busca soluciones que representen un equilibrio dinámico y saludable entre los beneficios ambientales, sociales y económicos, sin embargo no hay que confundir este término con sustentabilidad, lo cual significa crear lugares que sean ambientalmente saludables, equitativos y rentables, mientras que el término ecológico

busca unir la ecología, por medio de la reducción de gastos energéticos, con la satisfacción de las necesidades humanas.

La industria de la construcción ecológica.

La construcción ecológica muchas de las veces no se trata de la utilización de materiales innovadores, extravagantes o poco utilizados en la construcción, más bien del uso de nuevas tecnologías que permitan la reducción del uso de combustibles fósiles o de energía eléctrica; a esto se le conoce con el nombre de “diseño pasivo” es decir captar la luz solar y el viento para proporcionar calefacción, iluminación y refrigeración natural. [35]

De esta forma la construcción ecológica representa una de las maneras más simples y con menor tecnología para solucionar problemas ambientales por una edificación y a la vez satisfacer las necesidades de confort, bienestar y salud de sus ocupantes. Por ello la construcción ecológica trata de encontrar soluciones para concebir construcciones que integren las prácticas antiguas mejorándolas de maneras inteligentes y creativas.

Es por tal motivo que en el año de 1992 se formó el USGBC (United States Green Building Council) una organización sin fines de lucro, que promueve la construcción de comunidades prósperas y resistentes; promoviendo la transformación de edificios y el rediseño de la población permitiendo un entorno ambiental y socialmente responsable que mejore la calidad de vida, todo con el apoyo de su programa LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental).

La USGBC abarca estudios de mercado y concibe sus planes con ayuda de los propietarios de edificios, usuarios finales, desarrolladores de bienes raíces, gerentes, arquitectos, ingenieros estructurales, ingenieros hidráulicos, ingenieros ambientales contratistas en general, de tal forma que sus proyectos cumplan con los parámetros establecidos en el LEED. [36]

Tiempo después de desarrollarse USGBC se dio paso al proyecto LEED el cual busca la manera de calificar la sustentabilidad de diferentes tipos de edificaciones y poder certificar por medio de rangos las tecnologías usadas para el bienestar ambiental.

El primer sistema de calificación fue lanzado en 1999, sin embargo años después el sistema fue optimizado para analizar el ciclo de vida de la construcción, empezando por la planificación del uso de tierras hasta el diseño integral. Ahora los sistemas de evaluación son tan amplios aplicados al uso del edificio ya sea escuelas, oficinas, locales, entre otros.

Grandes potencias, como es el caso de Estados Unidos, incluye en las normativas de construcción el estudio LEED, para de esta manera incluir políticas y prácticas en la construcción ecológica. De esta manera incluso organismos gubernamentales ofrecen diversos tipos de bonificaciones a aquellas empresas, constructoras o propietarios de edificios que satisfacen el cumplimiento de estas normas.

Las construcciones ecológicas deben ser diseñados para soportar cambios que se darán a futuro ya sea para satisfacer las necesidades de los usuarios y mantenerse ecológicos con el paso del tiempo. Por ello el desempeño de la mayoría de edificios y sus sistemas empeora con el paso del tiempo, puesto que en edificios convencionales las emisiones de gases de efecto invernadero aumentan con el paso del tiempo, sin embargo el desempeño es completamente diferente en el caso de edificios altamente ecológicos, como se muestra en la gráfica siguiente:

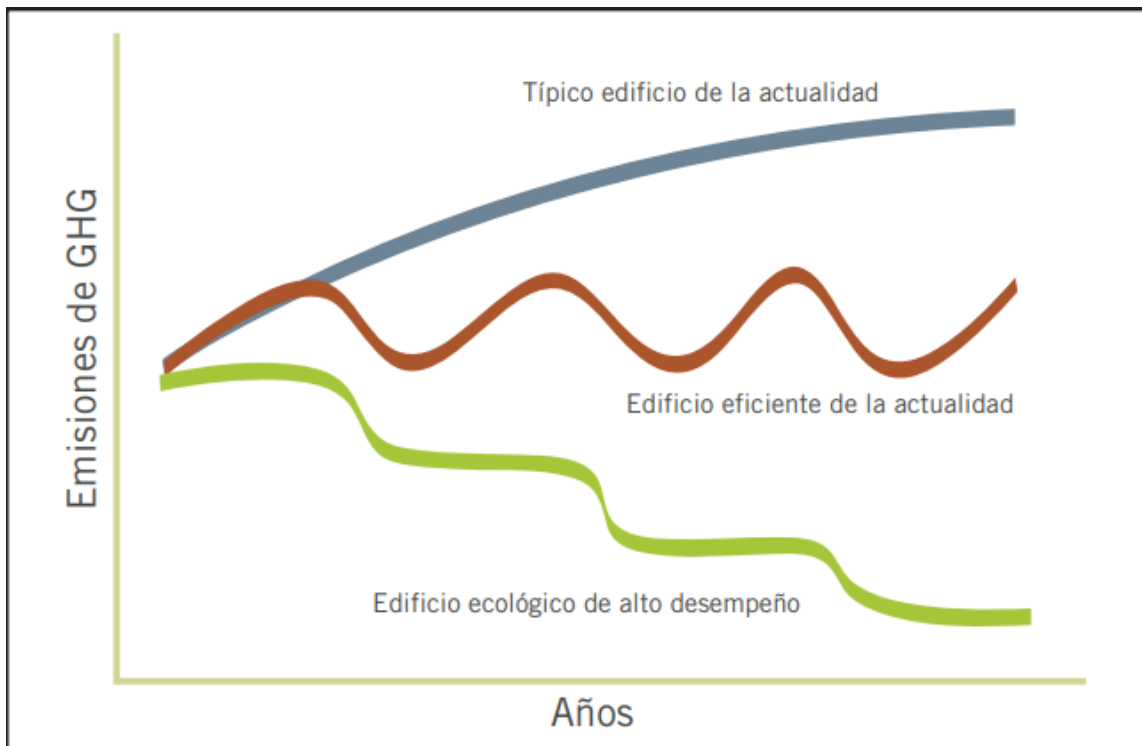


Ilustración 28. Emisiones de carbono relacionadas con el desempeño del edificio en el transcurso del tiempo.

Fuente: Guía de conceptos básicos de LEED y edificios ecológicos - SEGUNDA EDICIÓN

Los profesionales en la construcción ecológica buscan alternativas de solución que permita una mejora continua, es decir, construir una edificación verde y capacitar a sus usuarios de tal forma que puedan explotar el desempeño de la estructura. Otro objetivo consiste en la reutilización adaptativa, la cual consiste en diseñar y construir una estructura de tal forma que sea apta para diversos usos. De esta forma se puede evitar la demolición del edificio y el gasto de emisiones de GEI.

Ubicación de los edificios ecológicos.

La ubicación de un edificio en su comunidad es un factor fundamental, tanto en el transporte, la demanda, la utilización del edificio. Todo esto influye en las emisiones de

GEI y por ende en la contaminación producida en la atmósfera. La ubicación está guiada en base a tres factores fundamentales:

- El contexto natural: enfoca el clima, la dirección del sol, la dirección y velocidad del viento, la flora del lugar, la fauna existente.
- El contexto de la infraestructura: La disponibilidad y cercanía de los recursos. De igual manera enfoca servicios públicos, carreteras.
- El contexto social: Toma en cuenta las conexiones con la comunidad. La cercanía con la sociedad y el turismo urbano.

Todos estos parámetros son importantes al momento que enfoquemos el estudios, diseño y construcción de una edificación ecológica. Factores como la dirección solar, la cercanía del edificio para sus usuarios y trabajadores, la preservación de habitat natural, son ejemplos simples pero que influyen mucho en el coste ambiental. Por ejemplo, si nos enfocamos en un edificio de oficinas de 12000 metros cuadrados en un suburbio representará aproximadamente 8375 toneladas de carbono, es decir 11.8 toneladas por persona. Al estar en un sitio alejado el transporte contribuye con el coste ambiental, sin embargo, si el edificio estuviera ubicado en una zona con acceso a transporte público o ciclo vías la contaminación se reduce. En total la reducción se da a 4.6 toneladas por persona, un total de 3233 toneladas.

LEED EN LA PRÁCTICA

Sitios Sustentables

En muchos de los casos los proyectos en diseño sustentable siguen dos caminos: Empezar por un sitio y evaluar las mejores funciones y usos para el mismo; o empezar con una función u objetivo para el proyecto y en base a ello buscar el sitio adecuado. Para poder seleccionar un sitio adecuado debemos tomar en cuenta diferentes factores, tales como son el clima, la conexión con la infraestructura local y las vías de comunicación y transporte, las especies vegetales y animales en el área, para su posterior análisis de impacto ambiental, la comodidad de los trabajadores u ocupantes del edificio según su ubicación de residencia, entre otros más.

Ubicación

Se aborda el término de *crecimiento inteligente* el cual promueve el desarrollo de espacios abiertos, fomentando el desarrollo de viviendas y líneas de transporte público accesible para todo miembro de la comunidad. Aquí se pone énfasis en la reutilización de terrenos abandonados en el área, limpiando impurezas o contaminaciones en suelos y aguas subterráneas en caso de ser necesario, promoviendo así la construcción de edificios verdes.

Algunas de las alternativas de acción son:

- Evitar la dispersión suburbial, permitiendo un desarrollo centralizado para una comunidad; aquí se puede promover negocios locales todos conectados por líneas de transporte público, cuyo objetivo es la localización infraestructural más cercana.
- Proteger el hábitat natural y las especies endémicas de la zona
- Aumentar la densidad poblacional, permitiendo la consolidación en áreas más pequeñas pero aumentando la relación de habitantes por piso.

Diseño

Para el diseño de un vecindario ecológico podemos tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se diseñan aceras anchas reduciendo de esta manera las dimensiones de las calles, con la finalidad de disminuir el transporte vehicular y fomentar la caminata o incluso el ciclismo. De esta manera los negocios locales pueden colocar las fachadas a nivel de la acera lo cual atraerá a la comunidad.
- Limitar las calles sin salida, diseñando vecindarios interconectados entre sí.
- Fomentar los negocios locales: Tiendas, restaurantes, escuelas, almacenes, edificios cívicos, parques. Mientras tenemos al alcance los productos y servicios necesarios para la vida el hombre no emigrará en busca de los mismos.
- Promover vías de transporte público
- Promover la agricultura interna por medio de jardines y mercados comunitarios para bien de la sociedad.

Transporte

- Los proyectos o edificaciones a implementarse deben estar cerca de una red de transporte público
- Limitar la cantidad de estacionamientos, fomentando el uso del transporte público
- Motivar el uso de bicicletas por medio del diseño de ciclo vías.

Gestión de aguas pluviales

Muchos de los problemas que se dan a causa del agua son por la escorrentía, ocasionada en zonas no permeables. El desarrollo del asfalto y el pavimento impermeable disminuye la infiltración del agua en el suelo y por ello la erosión del mismo. Entonces ciertas alternativas proponen la utilización de asfalto poroso o techos verdes.

El Departamento de Recursos Ambientales implementa medidas de control de bajo impacto ambiental, las cuales integran cinco componentes: planificación del sitio, análisis hidrológico, prácticas de gestión integrada, control de erosión y sedimentación, y alcance público. En estas medidas se aborda la recolección y utilización de aguas pluviales con fines no potables como el riego del paisaje, descarga de inodoros y urinarios y usos de mantenimiento.

Otra forma de aprovechar las aguas pluviales consiste en la instalación de lagunas secas, jardines pluviales o contenedores de agua.

Aquí se habla del efecto isla de calor, un incremento en la temperatura del aire de una zona determinada, más concretamente zonas urbanas, en contraposición a las zonas rurales o no tan desarrolladas que no sufren de estos problemas.

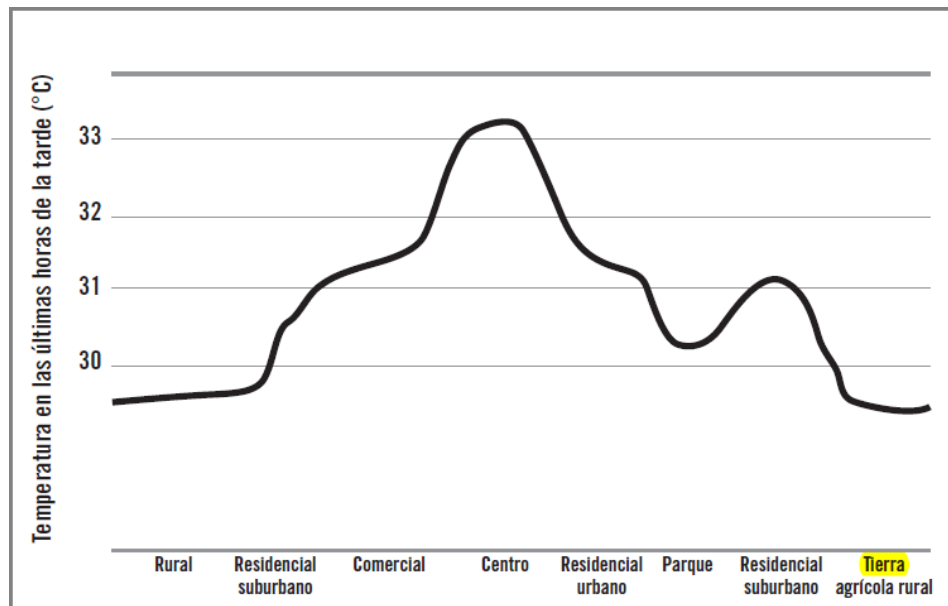


Ilustración 29. Diagrama del efecto Isla de Calor.

Fuente: LEED, 2016

Para poder resolver esos problemas tenemos que enfocarnos en las aceras:

- Instalar superficies reflectantes en los techos
- Colocar asfaltados con dimensiones más angostas y con vegetación exuberante
- Plantar vegetación en la calle y desarrollar techos verdes.

Eficiencia del Agua.

Los proyectos ecológicos buscan el ahorro del agua por medio del tratamiento de aguas residuales, la utilización de las mismas en la medida de lo posible y la canalización y uso de aguas pluviales para fines no potables. De igual manera se puede fomentar la utilización de nuevas tecnologías para el regadío.

Uso de agua interior

Es importante conocer la cantidad de agua utilizada no globalmente, más bien en cada uno de los accesorios hidráulicos, para de esta manera conocer en cuál de ellos existe mayor consumo y posterior tratar de mitigar estos problemas. Se promueve la utilización de agua no potable para las descargas de inodoros y urinarios, o incluso en los sistemas de refrigeración en casos particulares.

Una alternativa inteligente consiste en la utilización de agua lluvia para los accesorios de descarga en el hogar.

Uso de agua exterior.

El uso del agua exterior se centra en el regadío de jardines. Aquí se habla de Xeriscaping, una metodología que consiste en el uso de plantas nativas, tolerables a la sequía junto con rocas, mantillo y otros elementos de jardinería. Aquí se puede aplicar sistemas de riego de alto desempeño como el sistema de riego que humedece directamente a las raíces.

Energía y atmósfera

El ahorro energético inicia con la conservación de la energía. Los vecindarios ecológicos promueven la utilización de energías o recursos renovables para satisfacer sus necesidades, ya sea la luz natural, el viento o potencial geotérmico. Se plantea alternativas como:

- Construcción de vecindarios inteligentes, haciendo que los edificios adyacentes brinden sombra o aislamiento según las necesidades
- Construcción de edificaciones orientadas con la finalidad de aprovechar la luz natural, reduciendo de esta manera el consumo energético durante el día. A esto se le conoce como estrategias pasivas.
- Concientizar sobre los patrones de consumo energético y de esta manera reducir el consumo en los ocupantes del edificio.
- Alternativas de ventilación natural en el edificio, para reducir de esta manera, refrigerantes altamente nocivos para la atmósfera. Como ya se había mencionado entre los gases que aportan al calentamiento global se pueden localizar los clorofluorcarbonados (CFC) y los hidroclorofluorcarbonados (HCFC). Estos atacan directamente a la capa de ozono.

Energía Renovable

La cantidad de energía consumida es directamente proporcional al tamaño del edificio y a la cantidad de ocupantes que este posee; sin embargo este consumo energético puede disminuir por medio de la utilización de energía renovable. Aquí se menciona la energía solar, eólica, propulsada por olas, biomasa, y la utilizada comúnmente en nuestro medio la hidroeléctrica. De esta forma se evita el uso de energía no renovable como la quema de combustible, carbón y gas natural.

Materiales y recursos

Principalmente hablamos de materiales ecológicos, los cuales cumplen las siguientes características:

- Son recolectados o extraídos localmente
- Materiales cultivados y cosechados de manera orgánica y sustentable
- Son rápidamente renovables
- Tienen contenido reciclado
- Son libres de toxinas

Generalmente aquí se debe controlar de manera más eficiente los desechos, debido que cada material tiene un ciclo de vida que atenta contra el medio ambiente.

Calidad Ambiental Interior

Cuando hablamos de bienestar debemos tomar en cuenta que el aire que inhalamos en el interior de un edificio suele ser el más contaminado, por las siguientes razones:

- Personas que fuman tabaco dentro del edificio
- Revestimientos, pinturas, selladores o incluso muebles o pisos que pueden emitir compuestos orgánicos volátiles
- Procesos de combustión por diferentes equipos tales como chimeneas, estufas, motores internos en el edificio o en una habitación incluso
- Moho provocado por la humedad en el edificio
- Respiración de los ocupantes que emite mayores cantidades de dióxido de carbono

Para tratar de mitigar estos problemas las alternativas proponen:

- Prohibir el consumo de tabaco dentro del edificio o en las zonas que no dispongan de una adecuada ventilación.
- Realizar pruebas para detectar emisiones de gases contaminante o tóxicos para el ocupante
- Diseñar sistemas de ventilación adecuada
- Proteger la calidad del aire durante la construcción.

1.1.4. Hipótesis

H0: (Nula) No existe disminución significativa de huella de carbono en el edificio de ciencias básicas de la UTA, reemplazando materiales con alto factor de emisión, en elementos no estructurales.

H1: (Alternativa) Existe disminución significativa de huella de carbono en el edificio de ciencias básicas de la UTA, reemplazando materiales con alto factor de emisión, en elementos no estructurales.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Plantear la disminución de huella de carbono para construcciones basadas en el edificio de Ciencias básicas de la Universidad Técnica de Ambato.

1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer los rubros de construcción para el edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato.
- Investigar los factores de emisión para cada uno de los rubros de construcción en el edificio de Ciencias Básicas.
- Calcular la huella de carbono emitida por la edificación.
- Proponer materiales o procesos alternativos para la disminución de la huella de carbono.

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

La investigación bibliográfica se define como la base introductoria para todo proyecto y las diversas ramas de indagación científica, puesto que proporciona a los investigadores el conocimiento en base a la formulación de preguntas, teorías, hipótesis, experimentos, para llegar a la obtención de resultados. Algunos autores definen esta metodología como el proceso de búsqueda de información en documentos, libros, artículos científicos, entre otras fuentes, para de esta manera obtener el conocimiento requerido en el área que estamos estudiando en particular. [37]

Para el desarrollo de este trabajo de titulación se ha utilizado la metodología de investigación bibliográfica, utilizada principalmente en las siguientes actividades: Estudio de gases de efecto invernadero en fuentes como artículos científicos, páginas web de organizaciones internacionales ambientales e indagaciones realizadas; factores de emisión correspondientes a la huella de carbono y su ciclo de vida, en esta caso adquiridos en diversas bases de datos como Inventory of Carbon and Energy (ICE), Embodied CO₂ of Factory made cements and combinations, Guidelines to Defra/DECC Greenhouse Gas Conversions Factors for Company Reporting, y alternativas de construcción ecológica obtenidas de la guía de construcción LEED.

Una vez concluida la investigación se procederá a calcular los volúmenes de obra de los rubros que disponen de factores de emisión, para posterior a ello realizar el cálculo de dióxido de carbono emitido por la edificación. Como edificación objetivo se usará el edificio de Ciencias Básicas del Campus Huachi Chico de la Universidad Técnica de Ambato.

Este cálculo se consigue por medio del producto entre las cantidades emitidas por los rubros de construcción y el factor de emisión por unidad, sin embargo, cabe recalcar que

los factores de emisión obtenidos están expresados en toneladas de dióxido de carbono por toneladas de construcción, es decir debemos realizar una transformación adecuando el factor de emisión a las unidades de los rubros de construcción para facilitar la comprensión de los resultados.

El edificio fue inaugurado el día jueves 28 de marzo del año 2019 junto al edificio de Ciencias Aplicadas ubicados en el Campus Huachi destinado para uso de estudiantes de varias facultades.

Los pliegos de contratación del edificio fueron emitidos por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) con fecha del 09 de agosto del 2017 y con el código LICO-UTA-002-2017.

El edificio será destinado a estudiantes de posgrado. Cuenta con dos salas de profesores, 22 aulas debidamente adecuadas y amobladas para comodidad de sus ocupantes, baterías sanitarias y cada piso adecuado para satisfacer las necesidades de usuarios discapacitados, además de un moderno ascensor. De igual manera, la edificación posee un nivel subterráneo, 4 pisos y una terraza accesible.

2.1.Materiales y Equipos

Materiales:

- Computador
- Impresora
- Materiales de oficina
- Fuentes bibliográficas
- Hoja de cálculo

Equipos:

No se utilizaron equipos

Cabe recalcar que se utilizaron dos software en esta investigación: el primero es el software MICROSOFT Excel Office, utilizado principalmente para el desarrollo de hojas de cálculo y un sistema básico de programación de celdas para el cálculo de los factores de emisión y cantidades totales de dióxido de carbono emitido por la edificación; de igual manera se utilizó un software de modelado y simulación estructural para el cálculo de cargas y la posterior optimización del edificio con materiales de construcción alternativos.

2.2.Métodos

2.2.1. Plan de recolección de datos

a) Fase 1: Levantamiento información estructural

Para el levantamiento de información estructural de nuestra edificación estudiada, el Edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi, se utiliza los volúmenes de obra contemplados en los pliegos de contratación de la misma edificación, los cuales fueron subidos digitalmente al portal de contratación pública la fecha 9 de agosto del 2017 con el código del proceso LICO – UTA – 002 – 2017 con el nombre “CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO I PARA AULAS DE USO COMÚN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”.

Una vez obtenidos los rubros de contratación con sus respectivas cantidades se procede a tomar en cuenta aquellas actividades que poseen factores de emisión para un cálculo óptimo y ágil.

b) Fase 2: levantamiento de los factores de emisión

Para el levantamiento de los factores de emisión se utilizó varias bases de datos, entre ellas tenemos:

- **Inventory of Carbon and Energy (ICE)** es un inventario de factores de emisión desarrollado por el departamento de ingeniería mecánica de la Universidad de Bath en Reino Unido. Ha sido publicado en su sitio web libremente y ha recibido buena acogida principalmente por motivos de investigaciones realizadas por empresas, universidades y academias.
- **Embodied CO₂ of Factory made cements and combinations**, es un estudio realizado por el British Cement Association (BCA) realizado en el año 2009 donde se realiza el análisis del ciclo de vida del cemento. Su importancia radica al ser

una base de datos gratuita con un inventario mucho menor al ICE. Este estudio se realizó en base a la norma ISO 14067.

- **Guidelines to Defra/DECC Greenhouse Gas Conversions Factors for Company Reporting**, es otro inventario realizado por el Department of Environment Food and Rural Affairs del gobierno británico. Este inventario se centra en las toneladas de dióxido de carbono equivalente para cada tipo de combustible, energía y vehículos.

Por medio de estos inventarios tomaremos en cuenta los factores de emisión que coincidan con los rubros de construcción que tenemos, sin embargo, estos factores de emisión están expresados en toneladas de dióxido de carbono equivalente sobre toneladas de material, por tal motivo debemos transformar las unidades de cada cantidad de rubro en peso para que las toneladas de cada rubro sean operables con cada factor de emisión. El proceso de transformación se lo realizará por medio del uso de pesos específicos por material y será calculado en el software Microsoft Office Excel.

2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de información

a) Fase 1: Modelación estructural

Se realizará la modelación real del edificio con ayuda de los planos arquitectónicos y estructurales. Se procede a modelar los elementos estructurales tales como son losas, vigas y columnas con las dimensiones reales, posterior a ello se coloca cargas de pared y cargas de servicio, y de esta manera tendremos la simulación real de la edificación. Esto se realiza con el objetivo de demostrar el comportamiento estructural tras la colocación de materiales alternativos y más ligeros.

Se utilizará un software de modelación y simulación estructural.

b) Fase 2: Calculo de volúmenes de obra

Para el cálculo de los volúmenes de obra tomaremos las cantidades de los rubros del presupuesto de obra; cabe recalcar que se tomarán en cuenta aquellas actividades que posean factores de emisión. Debido a que los factores de emisión se encuentran en toneladas de CO2 sobre toneladas de material se procede a transformar las unidades ya sea kilogramos, metros lineales, metros cuadrados o volúmenes en unidades de peso de preferencia en toneladas; este proceso es independiente para cada unidad de rubro y se presenta en la hoja de Excel.

c) Fase 3: Estimación de la huella de carbono

Una vez obtenidos los volúmenes de obra procedemos a multiplicar la cantidad del rubro en toneladas por el factor de emisión de dióxido de carbono. Se aplica la siguiente fórmula:

$$Emision\ de\ GEI\ (t\ GEI) = DE * FE$$

$$[Ton\ de\ CO2] = [Ton] * \left[\frac{TonCO2}{Ton} \right]$$

Donde:

- DE, es el dato de actividad será expresado en toneladas.
- FE, es el factor de emisión esta expresado en tCO2/t.material

De esta manera la emisión de GEI se presenta en toneladas de CO2

d) Fase 4: Propuesta de reducción

Para la propuesta de reducción se utilizará materiales amigables para el medio ambiente como es el caso de materiales con menor huella de carbono y más ligeros. De esta manera el edificio estará adoptando las medidas de edificaciones verdes avaladas por LEED y el impacto ambiental del mismo reducirá significativamente.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Fase de levantamiento de Información

Tabla de Rubros de construcción

A continuación podemos presenciar la tabla de rubros y actividades necesarios para la construcción del Edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato. Originalmente la tabla consta con un total de 189 rubros, sin embargo, para motivos de estudio únicamente utilizaremos aquellas actividades que dispongan de un factor de emisión; el total de rubros utilizados en nuestro estudio es de cuarenta.

En la primera columna tendremos el enumerador de los rubros o actividades utilizadas en este estudio, la segunda columna describe al rubro o actividad, la tercera columna nos da a conocer las unidades del rubro o actividad, y por finalizar la cuarta columna describe la cantidad según la unidad previamente mencionada.

Tabla 4. Tabla de rubros de construcción del Edificio de Ciencias Básicas

| No | Rubro | Unidad | Cantidad |
|----|---|----------------|-----------|
| 1 | Hormigón simple. Replanteo $f'c=180\text{kg/cm}^2$ | m ³ | 31.15 |
| 2 | Hormigón ciclópeo. $F'c=210\text{ kg/cm}^2$ en cimientos | m ³ | 19.65 |
| 3 | Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en plintos | m ³ | 191.1 |
| 4 | Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en cadenas (inc. Encofrado) | m ³ | 24.49 |
| 5 | Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en muro perimetral (inc. Encofrado) | m ³ | 68.4 |
| 6 | Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en contra piso (inc. Encofrado) | m ² | 447.66 |
| 7 | Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en columnas (inc. Encofrado) | m ³ | 165.3 |
| 8 | Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en losas (inc. Encofrado) | m ³ | 392.34 |
| 9 | Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en vigas (inc. Encofrado) | m ³ | 163.93 |
| 10 | Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en gradas (inc. Encofrado) | m ³ | 20.7 |
| 11 | Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ | kg | 111767.77 |
| 12 | Malla electrosoldada 8x15x15 | m ² | 507.57 |

Tabla 4. Tabla de rubros de construcción del Edificio de Ciencias Básicas

| No | Rubro | Unidad | Cantidad |
|-----------|--|---------------|-----------------|
| 13 | Alivianamientos de 50 por 50 por 20 | u | 3438 |
| 14 | Alivianamientos de 50x25x20 | u | 432.5 |
| 15 | Mampostería de bloque macizo 12cm | m2 | 1826.34 |
| 16 | Enlucido vertical | m2 | 4588.9 |
| 17 | Alisado y masillado de losa de cubierta con impermeabilizante | m2 | 481.69 |
| 18 | Enlucido en filos de ventanas y puertas | m | 441.24 |
| 19 | Dinteles 0.10x0.15m | m | 179.2 |
| 20 | Alisado y masillado de pisos | m2 | 2043.42 |
| 21 | Pisos de porcelanato | m2 | 1975.02 |
| 22 | Barredera de porcelanato h=8cm | m | 960.82 |
| 23 | Cerámica en baños | m2 | 444.34 |
| 24 | Pasamano h=90cm | m | 28.48 |
| 25 | Pasteado interior | m2 | 2421.3 |
| 26 | Pasteado exterior | m2 | 1055.19 |
| 27 | Pintura interior | m2 | 2431.8 |
| 28 | Pintura exterior | m2 | 1055.19 |
| 29 | Gypsum de 12mm interior (inc. Estructura metálica, pasteado y pintura) | m2 | 1694.15 |
| 30 | Puerta de madera taborada 100*210 | u | 14 |
| 31 | Mampara y puerta de aluminio y vidrio 10mm templado ingreso | m2 | 11.16 |
| 32 | Puerta metálica 140*210 | u | 1 |
| 33 | Ventanas de aluminio y vidrio templado 6mm | m2 | 576.69 |
| 34 | División de acero inoxidable de inodoros | u | 10 |
| 35 | División de baños, incluye puertas | m2 | 119.26 |
| 36 | Mesón de granito | m | 30.79 |
| 37 | SI tubería PVC roscable diam. 63mm | m | 155.42 |
| 38 | SI. Tubería PVC roscable diam 50mm | m | 71.3 |
| 39 | SI tubería de acero inoxidable 2 1/2 hidrinox | m | 97.15 |
| 40 | SI tubería de acero inoxidable 1 1/2 | m | 1.73 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Fuente: Universidad Técnica de Ambato. Proceso: LICO – UTA – 002 – 2017

Factores de Emisión

A continuación se presenta la tabla de factores de emisión por materiales expresado en Toneladas de dióxido de carbono por toneladas de material. Los factores de emisión obtenidos en esta tabla corresponden a 3 inventarios:

Inventory of Carbon and Energy (ICE) el cual contempla factores de emisión desarrollados por la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Bath en Reino Unido; Embodied CO₂ of Factory made Cements and Combinations, el cual contempla estudios realizados por la Asociación Británica de Cemento (BCA) la cual busca el estudio y análisis de ciclo de vida del cemento; y como último inventario tenemos el Guidelines to Defra/DECC Green House Gas Conversions Factors for Company Reporting, el cual es un factor de emisión emitido por el Departamento de Alimentos y asuntos Rurales del Gobierno Británico centrándose en el CO₂ emitido por maquinaria y transporte.

Una vez obtenidos los factores de emisión podemos ordenarlos y utilizar aquellos que se adecuen a nuestros rubros de construcción, desglosando previamente los rubros en materiales y buscar las coincidencias en ambas tablas.

Esta tabla contiene la categoría del material, el material en sí que se va a utilizar y una breve descripción del mismo, y las toneladas de dióxido de carbono del material sobre toneladas del material mismo, cabe recordar que no se contemplan en el factor de emisión las emisiones por transporte o puesta en obra.

Tabla 5. Factores de Emisión por material.

| CATEGORÍA | MATERIALES | FACTOR DE EMISIÓN (tCO2e/material) |
|----------------------------|-------------------|---|
| Cemento | Cemento | 0.88000 |
| Material de Cantera | Arena | 0.00510 |
| Material de Cantera | Grava | 0.07900 |
| Metal | Acero | 6.51900 |
| Metal | Hierro | 2.03000 |
| Aislantes | Poliestireno | 3.43000 |
| Bloque | Bloque | 0.07800 |
| Aislantes | Impermeabilizante | 4.45000 |
| Acabados | Porcelanato | 0.70000 |
| Aislantes | Yeso | 0.13000 |
| Acabados | Pintura | 2.91000 |
| Madera | Madera | 0.31000 |
| Vidrio | Vidrio | 0.91000 |
| Metal | Aluminio | 9.16000 |
| Material de Cantera | Granito | 0.70000 |
| Plásticos | PVC | 3.23000 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Fuente: ICE; BCA; Green House Conversion Factors for Company Reporting

Información del Edificio

El edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato es una construcción utilizada para satisfacer las necesidades tanto de estudiantes como personal docente y administrativo.

El Edificio consta de un subsuelo el cual se encuentra ubicado en la cota de elevación - 3.24 metros por debajo del nivel de la calle, la planta baja que a la vez sirve como recepción y entrada principal a la estructura ubicada en el nivel de referencia 0.00 metros, consta de tres niveles adicionales donde podemos encontrar diferentes aulas y oficinas para uso múltiple las cuales tienen las siguientes alturas: 3.24 m, 6.48m y 9.72m; y una terraza accesible a la altura de 12.96 metros.

El edificio posee un ascensor en todos los pisos, instalaciones hidrosanitarias en cada piso y un total de 22 aulas.

El modelo estructural de la edificación son sistemas aporticados de hormigón armado. El sistema de cimentaciones consiste en un conjunto de zapatas aisladas de hormigón armado de 6 tipos diferentes como se muestran a continuación:

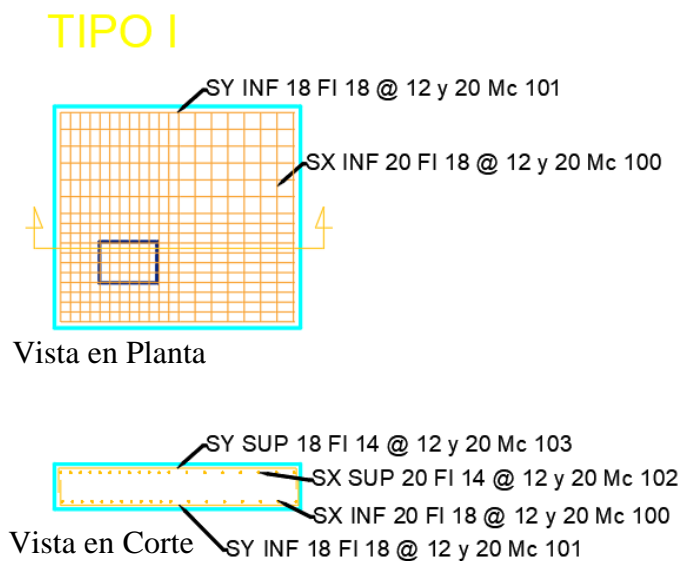
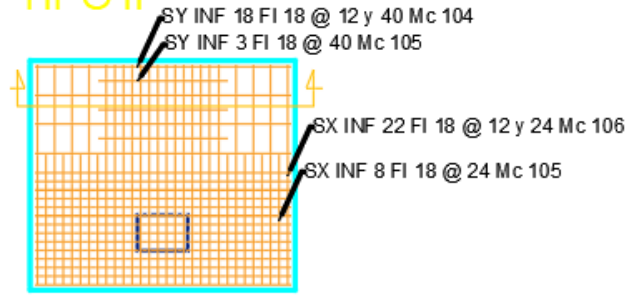
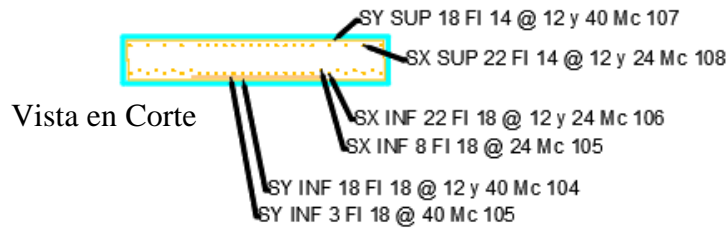


Ilustración 30. Cimentación Tipo I.
Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

TIPO II



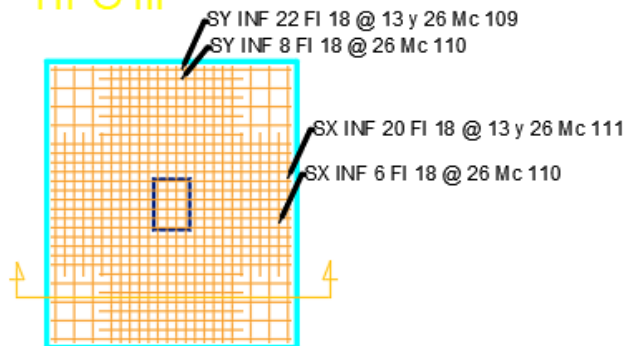
Vista en Planta



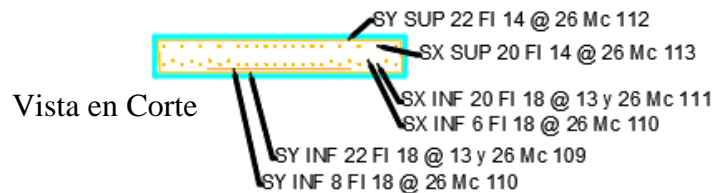
Vista en Corte

Ilustración 31. Cimentación Tipo II.
Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

TIPO III



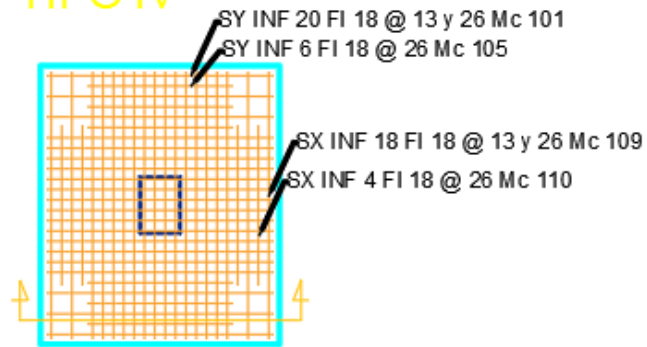
Vista en Planta



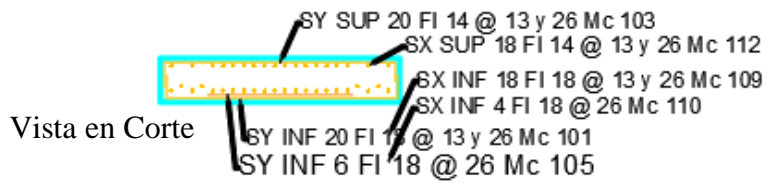
Vista en Corte

Ilustración 32. Cimentación Tipo III.
Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

TIPO IV



Vista en Planta

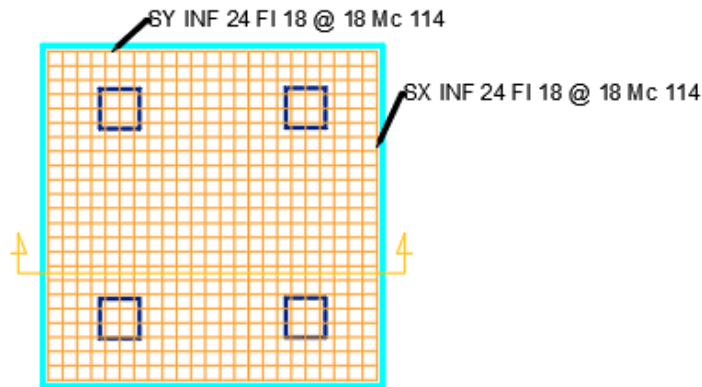


Vista en Corte

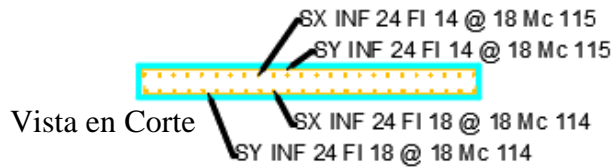
Ilustración 33.Cimentación Tipo IV.

Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

TIPO V



Vista en Planta

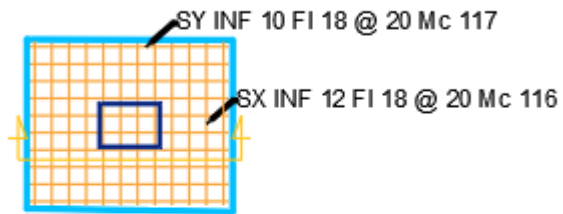


Vista en Corte

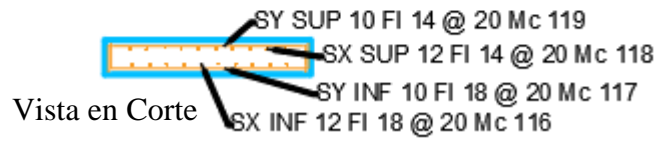
Ilustración 34.Cimentación Tipo V.

Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

TIPO VI



Vista en Planta



Vista en Corte

Ilustración 35. Cimentación Tipo VI.
Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

De igual manera podemos diferenciar las dimensiones con ayuda del cuadro de plintos:

Tabla 6. Cuadro de Plintos

| CUADRO DE PLINTOS | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|-----------------------------|-------------|------|------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|-------|-----------------------|--------|
| PLINTO | No. | UBICACIÓN | DIMENSIONES | | | ARMADURA SENTIDO X | | ARMADURA SENTIDO Y | | NIVEL | VOLÚMEN HORMIGÓN (m3) | |
| | | | a | b | c | SX INFERIOR | SX SUPERIOR | SY INFERIOR | SY SUPERIOR | | REPLANTILLO | PLINTO |
| TIPO I | 4 | A1-D1-A4-D4 | 3,00 | 2,70 | 0,55 | 20 FI 18 Mc 100 | 20 FI 14 Mc 102 | 18 FI 18 Mc 101 | 18 FI 14 Mc 103 | -5,64 | 3,24 | 17,82 |
| TIPO II | 8 | A2-D2-A3-D3- B1-C1-B4-C4 | 3,70 | 3,20 | 0,65 | 22 FI 18 Mc 106 8 FI 18 Mc 105 | 22 FI 14 Mc 108 | 18 FI 18 Mc 104 3 FI 18 Mc 105 | 18 FI 14 Mc 107 | -5,64 | 9,47 | 61,57 |
| TIPO III | 2 | B2-C2 | 3,50 | 4,00 | 0,55 | 20 FI 18 Mc 111 6 FI 18 Mc 110 | 20 FI 14 Mc 113 | 22 FI 18 Mc 109 8 FI 18 Mc 110 | 22 FI 14 Mc 112 | -5,64 | 2,80 | 15,40 |
| TIPO IV | 2 | B3-C3 | 3,00 | 3,50 | 0,55 | 18 FI 18 Mc 109 4 FI 18 Mc 110 | 18 FI 14 Mc 112 | 20 FI 18 Mc 101 6 FI 18 Mc 105 | 20 FI 14 Mc 103 | -5,64 | 2,10 | 11,55 |
| TIPO V | 1 | ASCENSOR | 4,30 | 4,30 | 0,40 | 24 FI 18 Mc 114 | 24 FI 14 Mc 115 | 24 FI 18 Mc 114 | 24 FI 14 Mc 115 | -5,64 | 1,85 | 7,40 |
| TIPO VI | 2 | A'2' - A'3' | 2,40 | 2,00 | 0,40 | 12 FI 18 Mc 116 | 12 FI 14 Mc 118 | 10 FI 18 Mc 117 | 10 FI 14 Mc 119 | -2,90 | 0,96 | 3,84 |
| | | | | | | | | | | | 20,42 | 117,57 |

Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

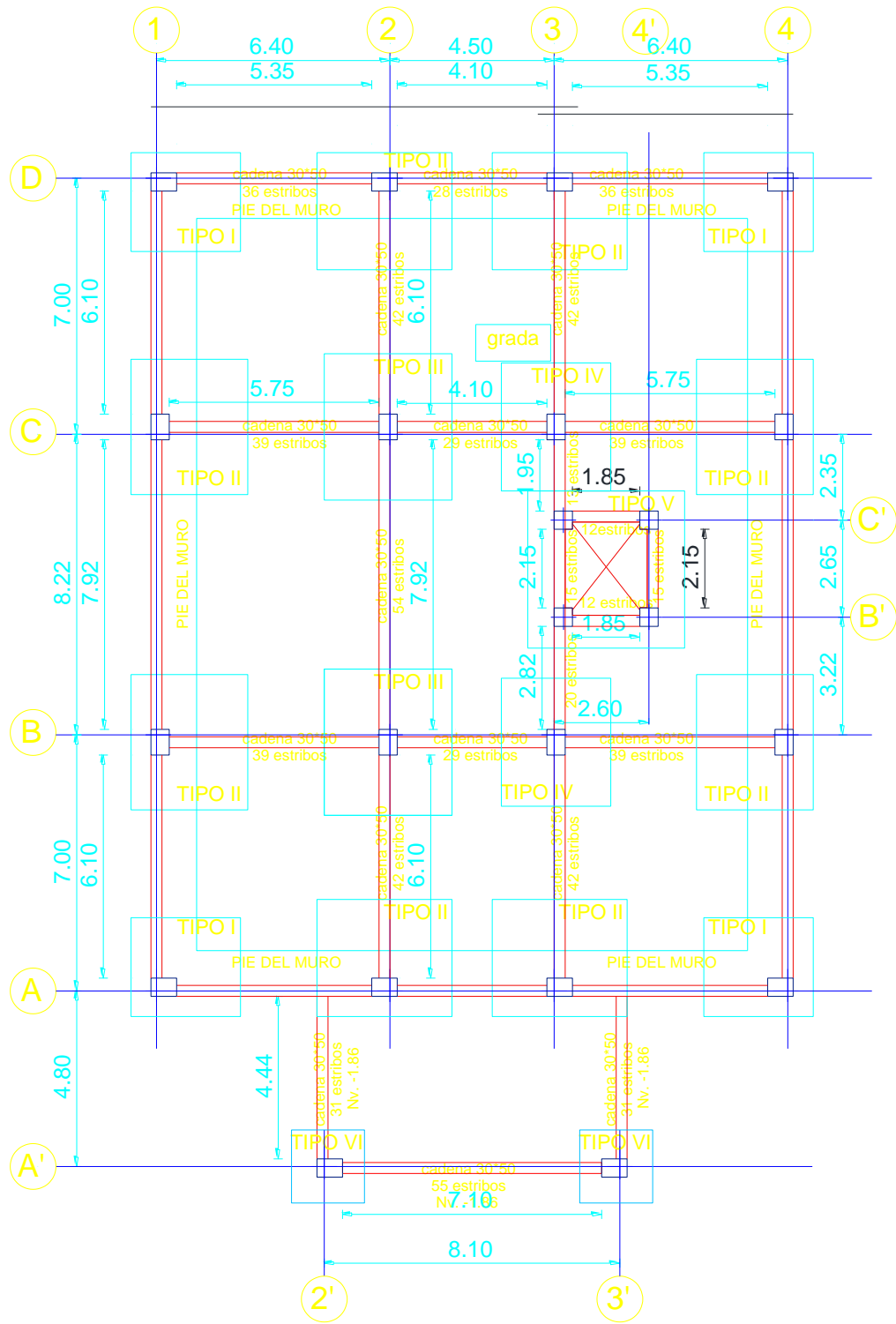


Ilustración 36. Vista en Planta

Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

De igual manera hablamos de columnas cuya sección transversal se expresa en el siguiente cuadro de columnas, donde podremos definir las dimensiones y ubicaciones de cada una de ellas.

Tabla 7. Cuadro de Columnas

| CUADRO DE COLUMNAS TIPO | | | |
|--------------------------------|--|----------------------|-----------------|
| NÚMERO | 16 | 4 | 2 |
| UBICACIÓN | A1 A2 A3 A4 B1 B2 B3 B4 C1 C2 C3 C4 D1 D2 D3 D4 | B'3 C'3 B'4' C'4' | A'2' A'3' |
| SECCIÓN | 50*70 | 50*50 | 50*70 |
| ARMADURA LONG. | 14 FI 18 mm | 12 FI 18 mm | 14 FI 18 |
| ARMADURA TRANSV. | 166 EST. FI 10mm | 166 EST. FI 10mm | 54 EST. FI 10mm |

Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

La losa se compone de un sistema con alivianamientos con la siguiente sección transversal:

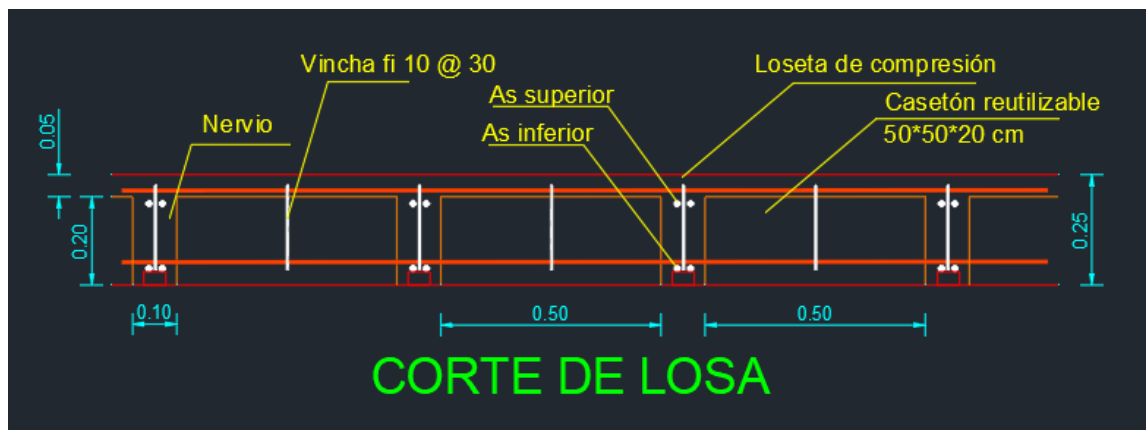


Ilustración 37. Corte de la Losa.

Fuente: Planos Estructurales Edificio de Ciencias Básicas UTA.

De igual manera las vigas son de hormigón armado con diferentes longitudes y secciones transversales que se pueden apreciar mejor en los planos adjuntados en los anexos.

Modelación del edificio.

Elementos Estructurales

Para la modelación de nuestra edificación empezamos por ingresar los valores y distancias en metros correspondientes a la grilla de dibujo, de igual manera modelamos los niveles de nuestra edificación. Todos estos datos están presentados en los planos estructurales del edificio de Ciencias Básicas el cual se presenta en los anexos del proyecto.

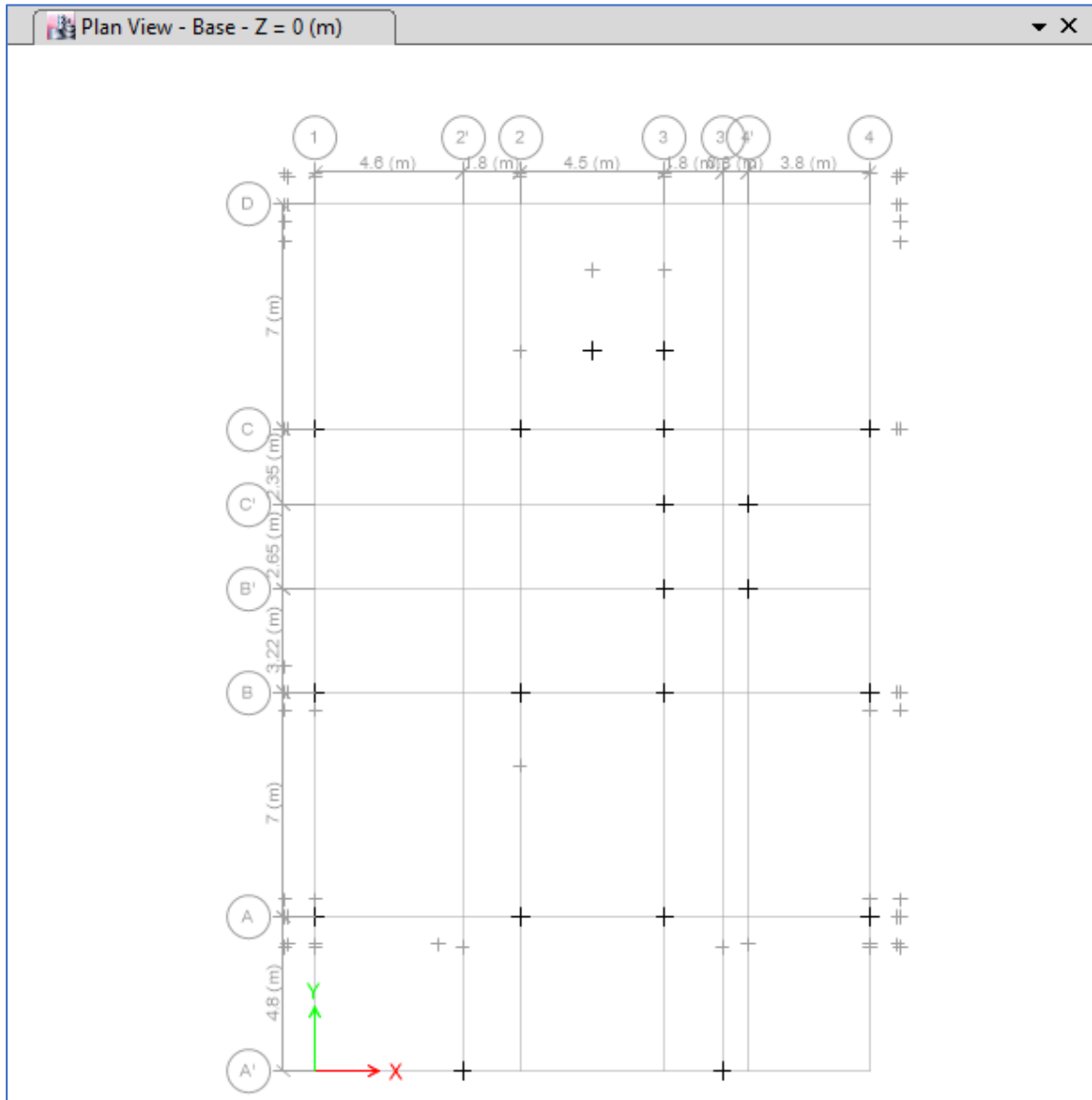


Ilustración 38. Dibujo de los ejes del edificio de Ciencias Básicas.
Autor: Esteban Naranjo Rea

| Story | Height m | Elevation m | Master Story | Similar To | Splice Story | Splice Height m | Story Color |
|--------|-------------|----------------|-----------------|------------|-----------------|--------------------|-------------|
| Story5 | 3.24 | 12.96 | Yes | None | No | 0 | Orange |
| Story4 | 3.24 | 9.72 | Yes | None | No | 0 | Blue |
| Story3 | 3.24 | 6.48 | No | None | No | 0 | Green |
| Story2 | 3.24 | 3.24 | No | None | No | 0 | Cyan |
| Base | | 0 | | | | | |

Ilustración 39. Niveles del Edificio de Ciencias Básicas.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Ahora definimos los hormigones que serán usados en nuestra edificación, principalmente el hormigón para columnas, vigas y losa el cual posee una Resistencia de 240kg/cm²

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: kgf/m³

Mass per Unit Volume: kgf·s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: kgf/m²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: kgf/m²

Ilustración 40. Material de hormigón f'c=240kg/cm².
Autor: Esteban Naranjo Rea

Procedemos a ingresar los datos de vigas, columnas y losas. Estos datos son obtenidos de los planos estructurales del edificio de Ciencias Básicas.

Columnas

General Data

Property Name: Col50*70Ver

Material: $f_c=240$ col

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.7 m

Width: 0.5 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Ilustración 41. Columnas de 50*70 dirección vertical.
Autor: Esteban Naranjo Rea

General Data

Property Name: Col50*70Hor

Material: $f_c=240$ col

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.5 m

Width: 0.7 m

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently User Specified

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Ilustración 42. Columnas de 50*70 dirección Horizontal.
Autor: Esteban Naranjo Rea

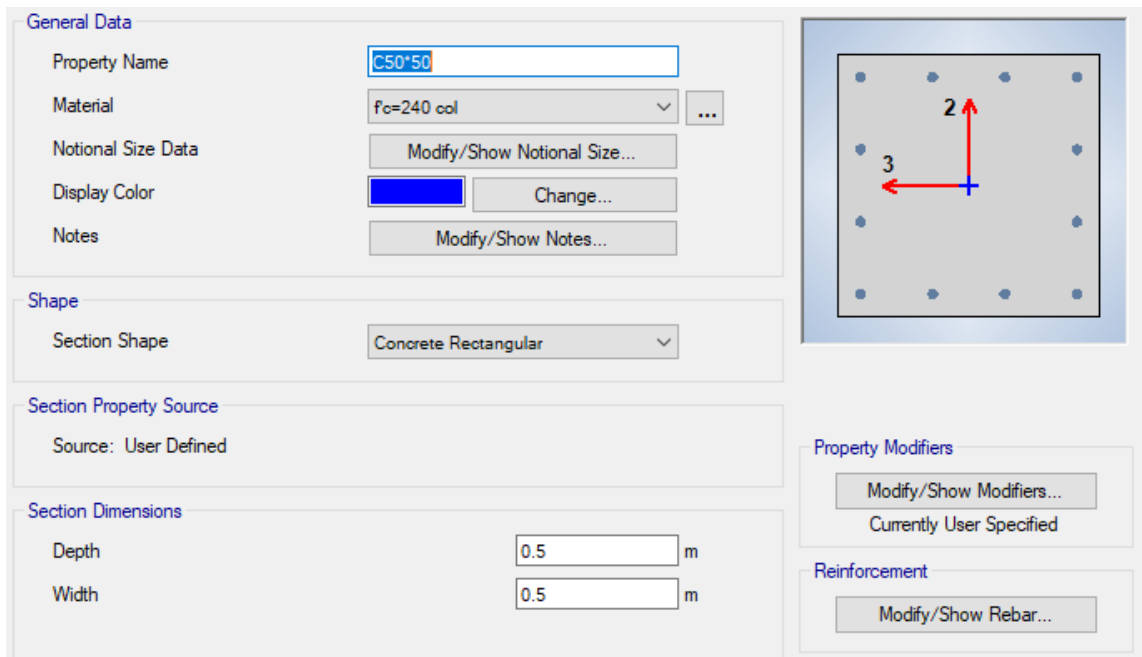


Ilustración 43. Columnas de 50*50.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Vigas

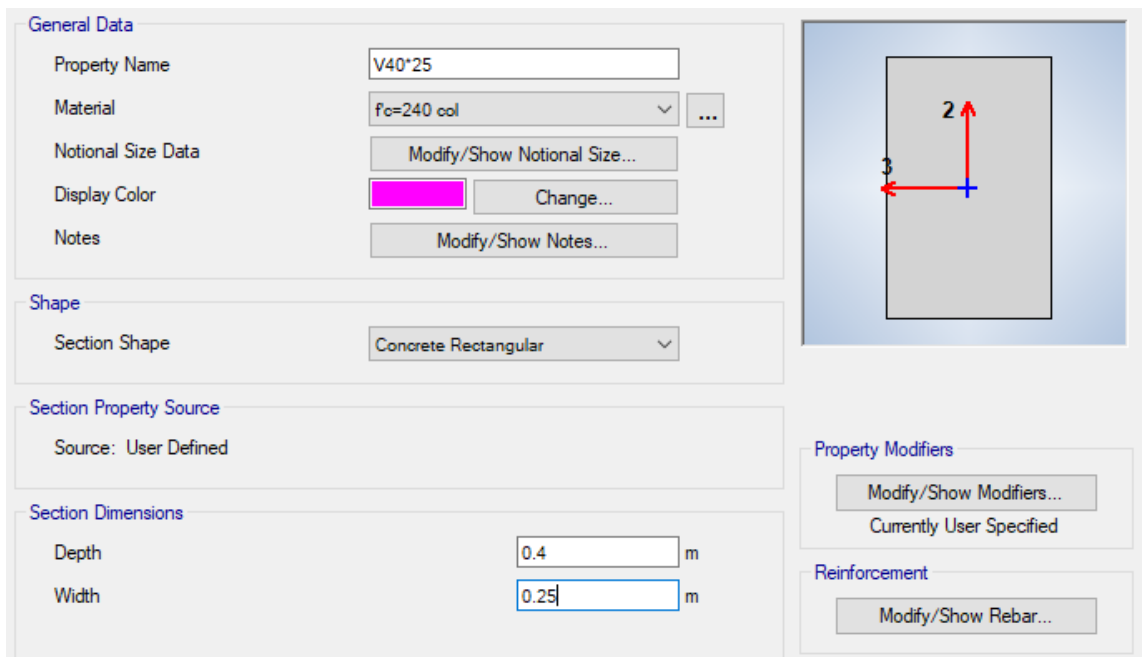


Ilustración 44. Viga 25*40.
Autor: Esteban Naranjo Rea

| General Data | |
|-------------------------|--|
| Property Name | V50*30 |
| Material | Fc=240 col |
| Notional Size Data | Modify/Show Notional Size... |
| Display Color | Change... |
| Notes | Modify/Show Notes... |
| Shape | |
| Section Shape | Concrete Rectangular |
| Section Property Source | |
| Source: | User Defined |
| Section Dimensions | |
| Depth | 0.5 m |
| Width | 0.3 m |

| Property Modifiers | |
|--------------------------|--|
| Modify/Show Modifiers... | |
| Currently User Specified | |
| Reinforcement | |
| Modify/Show Rebar... | |

Ilustración 45. Viga de 30*50.
Autor: Esteban Naranjo Rea

| General Data | |
|-------------------------|---|
| Property Name | V70*35 |
| Material | Fc=240 col |
| Notional Size Data | Modify/Show Notional Size... |
| Display Color | Change... |
| Notes | Modify/Show Notes... |
| Shape | |
| Section Shape | Concrete Rectangular |
| Section Property Source | |
| Source: | User Defined |
| Section Dimensions | |
| Depth | 0.7 m |
| Width | 0.35 m |

| Property Modifiers | |
|--------------------------|--|
| Modify/Show Modifiers... | |
| Currently User Specified | |
| Reinforcement | |
| Modify/Show Rebar... | |

Ilustración 46. Viga 35*70.
Autor: Esteban Naranjo Rea

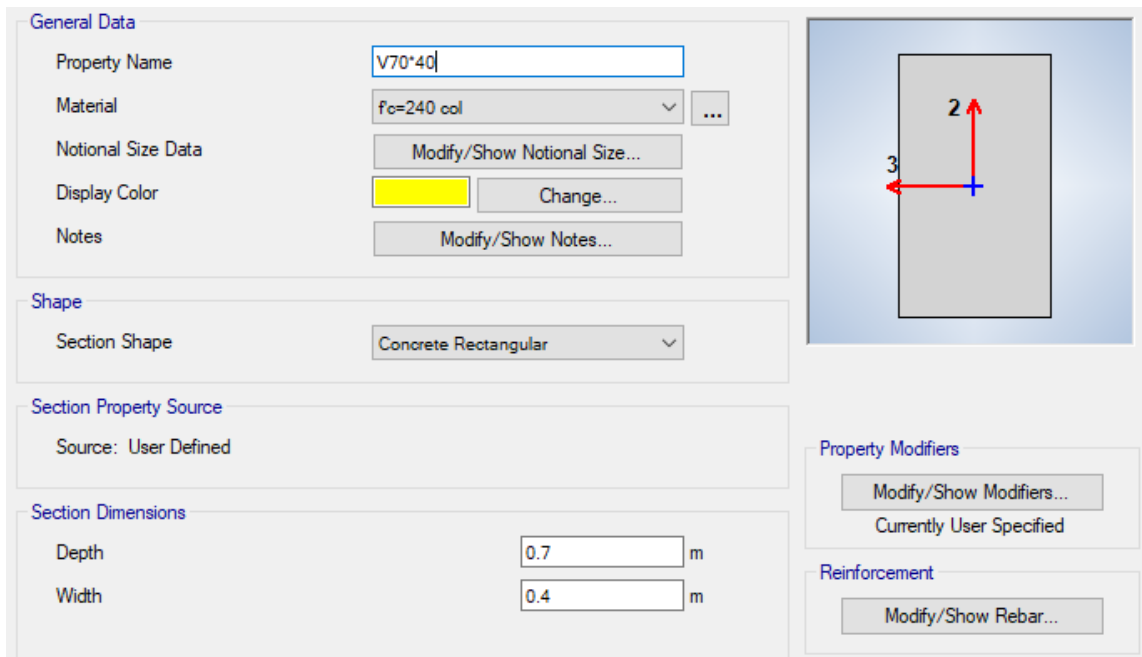


Ilustración 47. Viga 40*70.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Losa

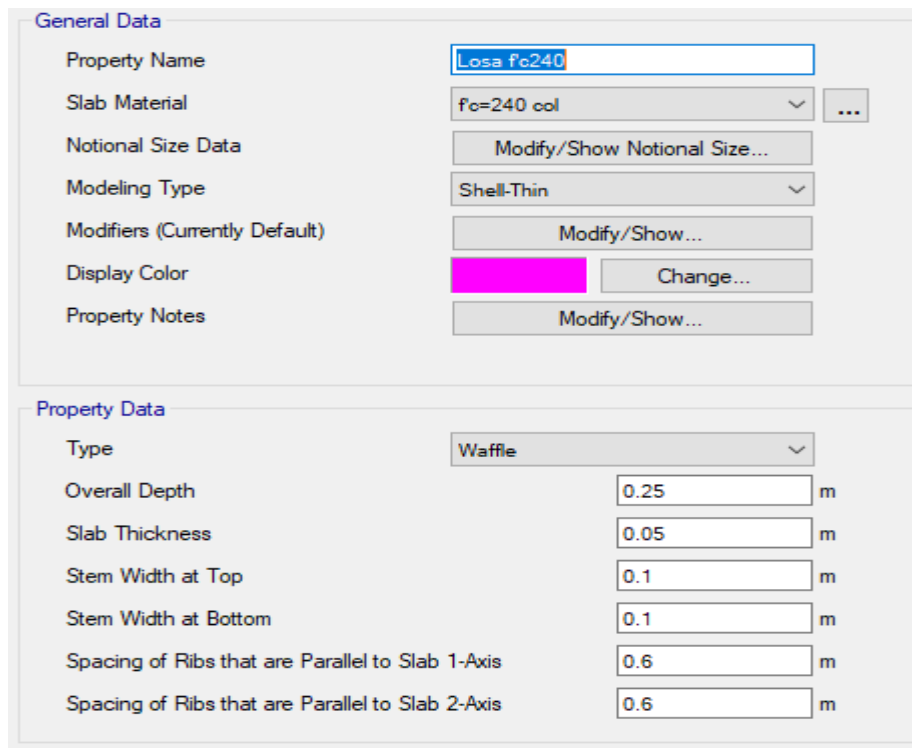


Ilustración 48. Losa alivianada.
Autor: Esteban Naranjo Rea

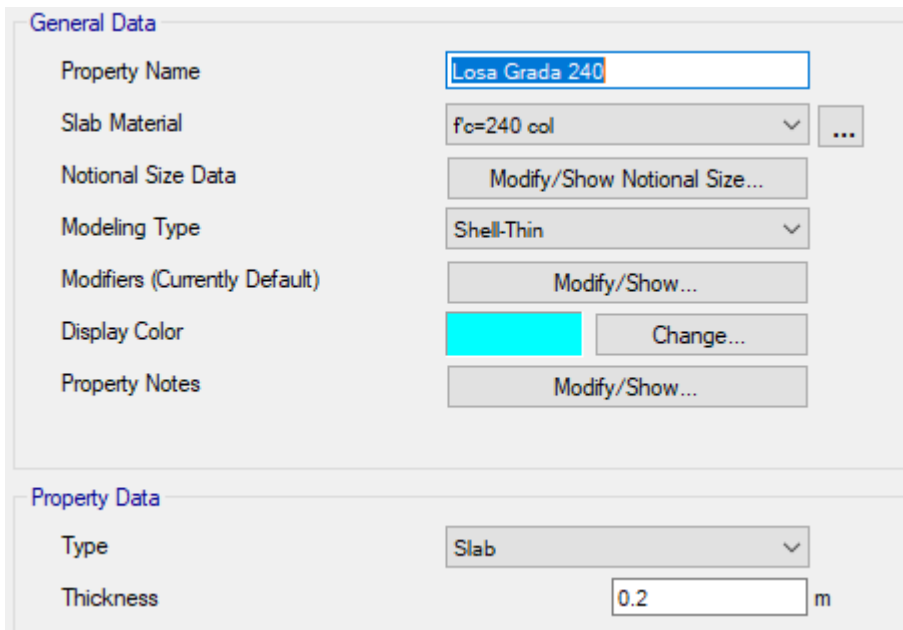


Ilustración 49. Losa en gradas.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Nuestro modelado final quedará de la siguiente manera:

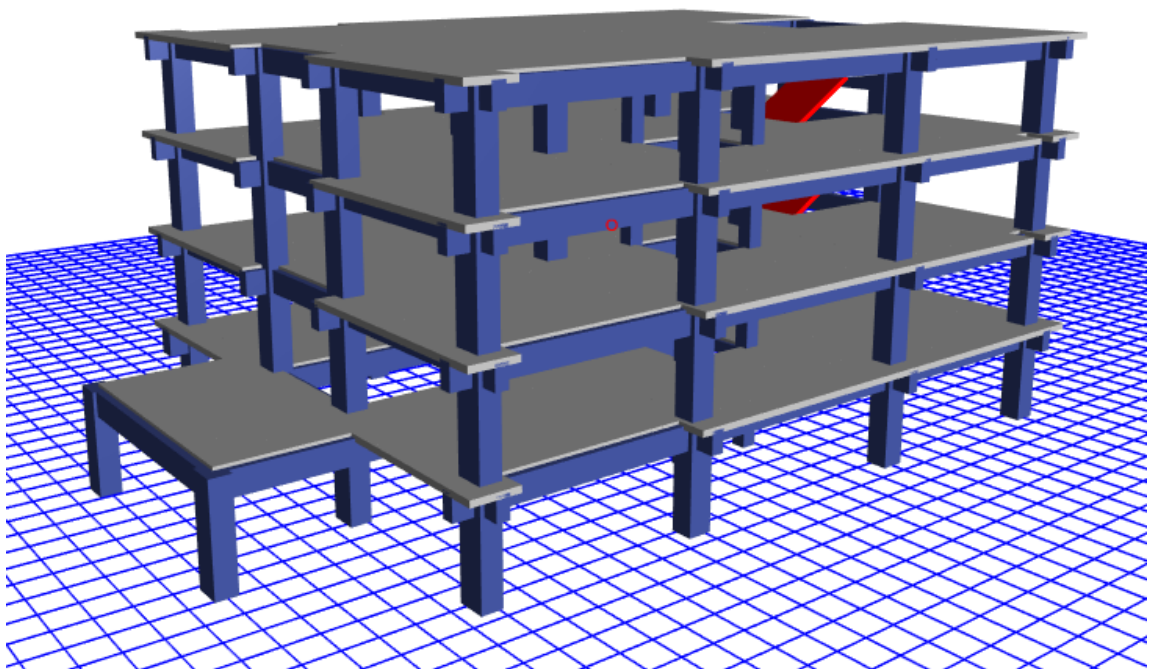


Ilustración 50. Modelado del Edificio de Ciencias Básicas. Autor:
Esteban Naranjo Rea

De igual manera se realizó el cálculo de la carga adicional en losa y las cargas de pared que se detalla a continuación:

Paredes tipo en la edificación

Pared tipo 1

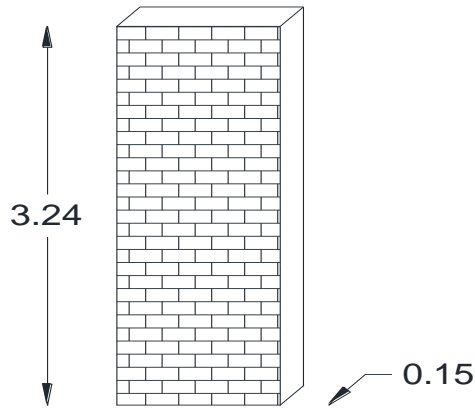


Ilustración 51. Pared Tipo 1.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Bloque

$$\gamma \text{ Bloque} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP1 = H * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{bloque}}$$

$$PP1 = 3.24m * 1m * 0.15m * 1200kg/m^3$$

$$PP1 = 583.2 \text{ Kg/m}$$

Pared tipo 2

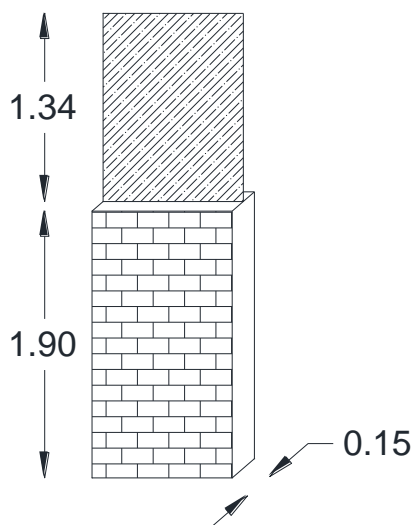


Ilustración 52. Pared Tipo 2.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Bloque y vidrio

$$\gamma \text{ Bloque} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ vidrio} = 2600 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP2 = (H_{\text{bloque}} * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{Bloque}}) + (H_{\text{vid}} * 1m * 0.006m * \gamma_{\text{vidrio}})$$

$$PP1 = 1.9m * 1m * 0.15m * \frac{1200kg}{m^3} + 1.34m * 1m * 0.006m * 2600Kg/m^3$$

$$PP1 = 362.904 \text{ Kg/m}$$

Pared Tipo 3

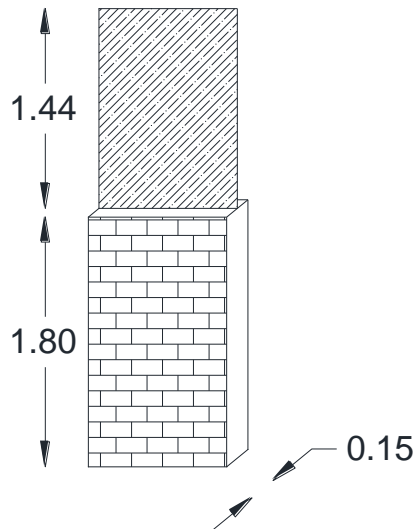


Ilustración 53. Pared Tipo 3.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Bloque y vidrio

$$\gamma \text{ Bloque} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ vidrio} = 2600 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP2 = (H_{\text{bloque}} * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{Bloque}}) + (H_{\text{vid}} * 1m * 0.006m * \gamma_{\text{vidrio}})$$

$$PP1 = 1.8m * 1m * 0.15m * \frac{1200kg}{m^3} + 1.44m * 1m * 0.006m * 2600Kg/m^3$$

$$PP1 = 346.464 \text{ Kg/m}$$

Pared Tipo 4

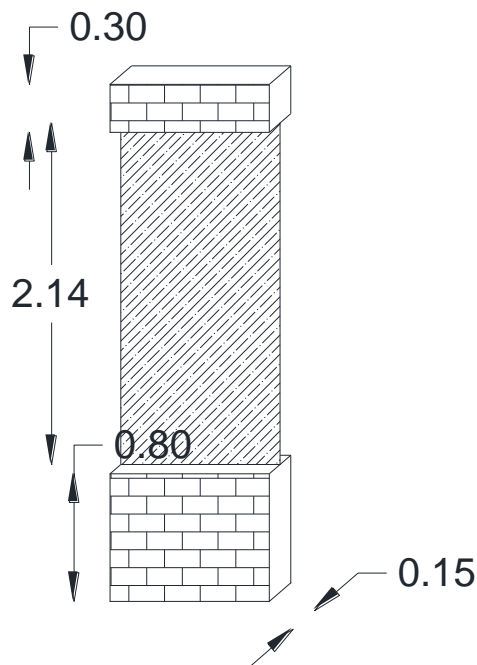


Ilustración 54. Pared Tipo 4.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Bloque y vidrio

$$\gamma \text{ Bloque} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ vidrio} = 2600 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP2 = (H_{\text{bloque}} * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{Bloque}}) + (H_{\text{vid}} * 1m * 0.006m * \gamma_{\text{vidrio}})$$

$$PP1 = 1.1m * 1m * 0.15m * \frac{1200kg}{m^3} + 2.14m * 1m * 0.006m * 2600Kg/m^3$$

$$PP1 = 231.384 \text{ Kg/m}$$

Pared Tipo 5

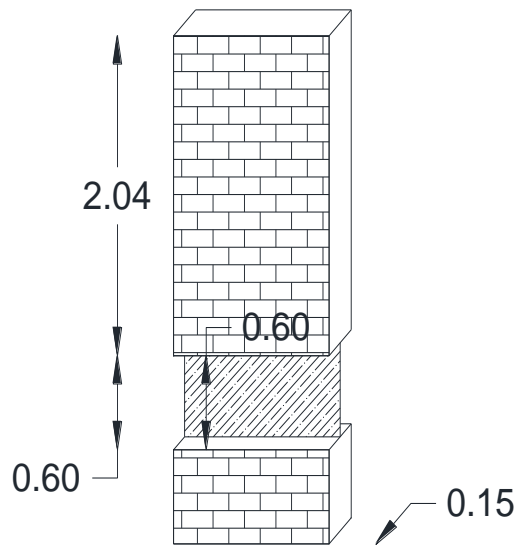


Ilustración 55. Pared Tipo 5.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Bloque y vidrio

$$\gamma \text{ Bloque} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ vidrio} = 2600 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP2 = (H_{\text{bloque}} * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{bloque}}) + (H_{\text{vid}} * 1m * 0.006m * \gamma_{\text{vidrio}})$$

$$PP1 = 2.64m * 1m * 0.15m * \frac{1200kg}{m^3} + 0.6m * 1m * 0.006m * 2600Kg/m^3$$

$$PP1 = 484.56 \text{ Kg/m}$$

Pared Tipo 6

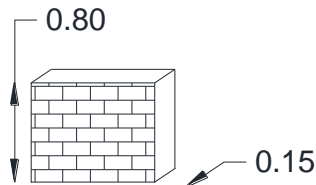


Ilustración 56. Pared Tipo 6.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Bloque

$$\gamma \text{ Bloque} = 1200 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP1 = H * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{bloque}}$$

$$PP1 = 0.8m * 1m * 0.15m * 1200kg/m^3$$

$$PP1 = 144 \text{ Kg/m}$$

Pared Tipo 7

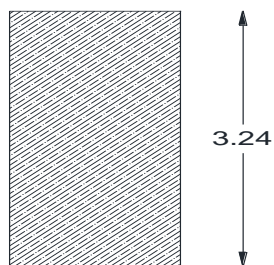


Ilustración 57. Pared Tipo 7.
Autor: Esteban Naranjo Rea

Material Usado: Vidrio

$$\gamma \text{ Vidrio} = 2600 \text{ Kg/m}^3$$

$$PP1 = H * 1m * 0.15m * \gamma_{\text{vidrio}}$$

$$PP1 = 3.24m * 1m * 0.006m * 2600kg/m^3$$

$$PP1 = 50.544 \text{ Kg/m}$$

Cargas de pared sobre vigas

Tabla 8. Cargas sobre vigas por niveles.

| Eje | NV. 3.24 | NV. 6.48 | NV. 9.72 | NV. 12.96 |
|-----|----------|----------|----------|-----------|
| A01 | 991.4 | 991.4 | 991.4 | 0 |
| A12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A23 | 212.3 | 212.3 | 212.3 | 630.72 |
| A34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A4F | 991.4 | 991.4 | 991.4 | 0 |
| B01 | 495.7 | 495.7 | 495.7 | 0 |
| B12 | 3470 | 3470 | 3470 | 0 |
| B23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B34 | 3470 | 3470 | 3470 | 0 |
| B4F | 495.7 | 495.7 | 495.7 | 0 |
| C01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C12 | 3470 | 3470 | 3470 | 0 |
| C23 | 0 | 0 | 0 | 446.4 |
| C34 | 3470 | 3470 | 3470 | 0 |
| C4F | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D01 | 991.4 | 991.4 | 991.4 | 0 |
| D12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D23 | 212.3 | 212.3 | 212.3 | 648 |
| D34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D4F | 991.4 | 991.4 | 991.4 | 0 |
| 1AB | 308.3 | 308.3 | 308.3 | 878.4 |
| 1BC | 400.3 | 400.3 | 400.3 | 0 |
| 1CD | 308.3 | 308.3 | 308.3 | 0 |
| 2AB | 1885.3 | 2974.3 | 2974.3 | 0 |
| 2BC | 3680 | 3680 | 3680 | 0 |
| 2CD | 2682.7 | 2682.7 | 2682.7 | 446.4 |
| 3AB | 1885.3 | 2974.3 | 2974.3 | 0 |
| 3BC | 1831.2 | 1831.2 | 1831.2 | 0 |
| 3CD | 2682.7 | 2682.7 | 2682.7 | 446.4 |
| 4AB | 308.3 | 308.3 | 308.3 | 878.4 |
| 4BC | 2983.1 | 2983.1 | 2983.1 | 0 |
| 4CD | 308.3 | 308.3 | 308.3 | 0 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Cargas sobre tablero delta p

- Tablero AB12

Las siguientes fórmulas son aplicables para todos los tableros:

$$\text{Peso tablero} = \text{Peso pared tipo} * \text{Longitud de pared}$$

$$\Delta P = \frac{\text{Peso total pared}}{\text{Area tablero}}$$

Tabla 9. Cargas Delta P sobre Tablero

| TABLERO | NV. 3.24 | NV. 6.48 | NV. 9.72 | NV. 12.96 |
|-------------|-----------------------|----------|----------|-----------|
| | Carga en Kg/m2 | | | |
| AB12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AB23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| AB34 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BC12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BC23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BC34 | 192.7 | 192.7 | 192.7 | 0 |
| CD12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CD23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CD34 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Tabla 10. Adicional de Carga muerta en losas.

| Losas entre pisos | | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------------|--------------|----------------|--|--------------|
| Elemento | Unidad | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m ³] | Peso [Kg] |
| Alivianamientos | | | | | | 3.24 |
| Masillado | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Enlucido | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Acabados | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 2400.00 | 60.00 |
| Peso en Kg por m ² | | | | | | 158.24 |
| Losas entre terraza | | | | | | |
| Elemento | Unidad | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m ³] | Peso [Kg] |
| Alivianamientos | | | | | | 3.24 |
| Masillado | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Enlucido | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Peso en Kg por m ² | | | | | | 98.24 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

La carga viva utilizada está contemplada en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015. El valor usado para centros educativos es de 400kg/m².

Chequeos para el análisis dinámico.

Primer Chequeo: Calibración del periodo de vibración.

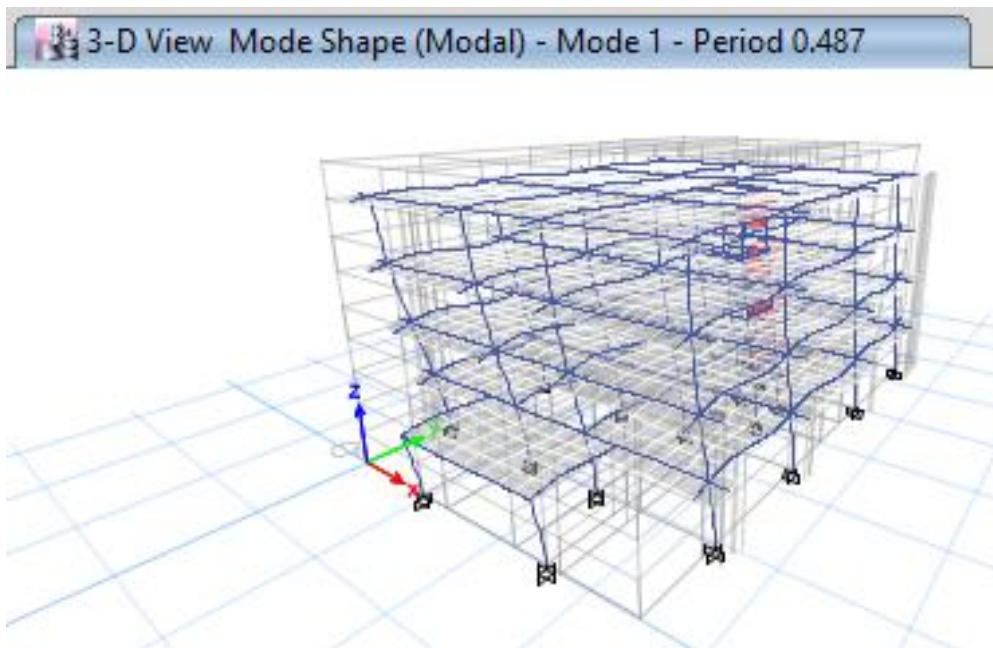
Se debe constatar que el periodo en el primer modo de vibración sea mayor al periodo obtenido por la fórmula expresada en la NEC y menor al 1.3T.

$$T1 = Ct * Hn^\alpha = 0.055 * 12.96^{0.75} = 0.3756$$

$$1.3 * T1 = 0.488$$

$$T2 = 0.487$$

$$T1 < T2 < 1.3T1. (SI CUMPLE)$$



Segundo Chequeo: Modos traslacionales y rotacionales

Se debe asegurar que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales y el tercero sea rotacional. Si los valores en porcentajes son menores al 30% se trata de un modo de vibración traslacional, si es mayor hablamos de un modo de vibración rotacional. Como podemos admirar en la tabla si cumple el chequeo en los 3 casos.

Tabla 11. Segundo Chequeo

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | | | |
|---|------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Case | Mode | Period | Sum UX | Sum UY | RZ | Resultados: |
| Modal | 1 | 0.487 | 0.0025 | 0.8217 | 0.0039 | 0.47% |
| Modal | 2 | 0.478 | 0.7936 | 0.8255 | 0.0203 | 2.46% |
| Modal | 3 | 0.409 | 0.823 | 0.8287 | 0.7779 | 93.87% |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Tercer Chequeo: Acumulación de masas

En este chequeo debemos ver la acumulación de masas, en este caso nos queda acumulado el 90% de masa en ambas direcciones en el quinto modo de vibración entonces SI CUMPLE.

Tabla 12. Acumulación de Masas

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | | |
|---|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Case | Mode | Period | Sum UX | Sum UY | Sum UZ | Sum RX | Sum RY | Sum RZ |
| Modal | 1 | 0.487 | 0.25% | 82.17% | 0 | 0.1962 | 0.0005 | 0.0039 |
| Modal | 2 | 0.478 | 79.36% | 82.55% | 0 | 0.1969 | 0.2014 | 0.0243 |
| Modal | 3 | 0.409 | 82.30% | 82.87% | 0 | 0.1973 | 0.204 | 0.8021 |
| Modal | 4 | 0.144 | 82.32% | 94.10% | 0 | 0.8353 | 0.2046 | 0.8023 |
| Modal | 5 | 0.139 | 93.77% | 94.12% | 0 | 0.8361 | 0.826 | 0.8038 |

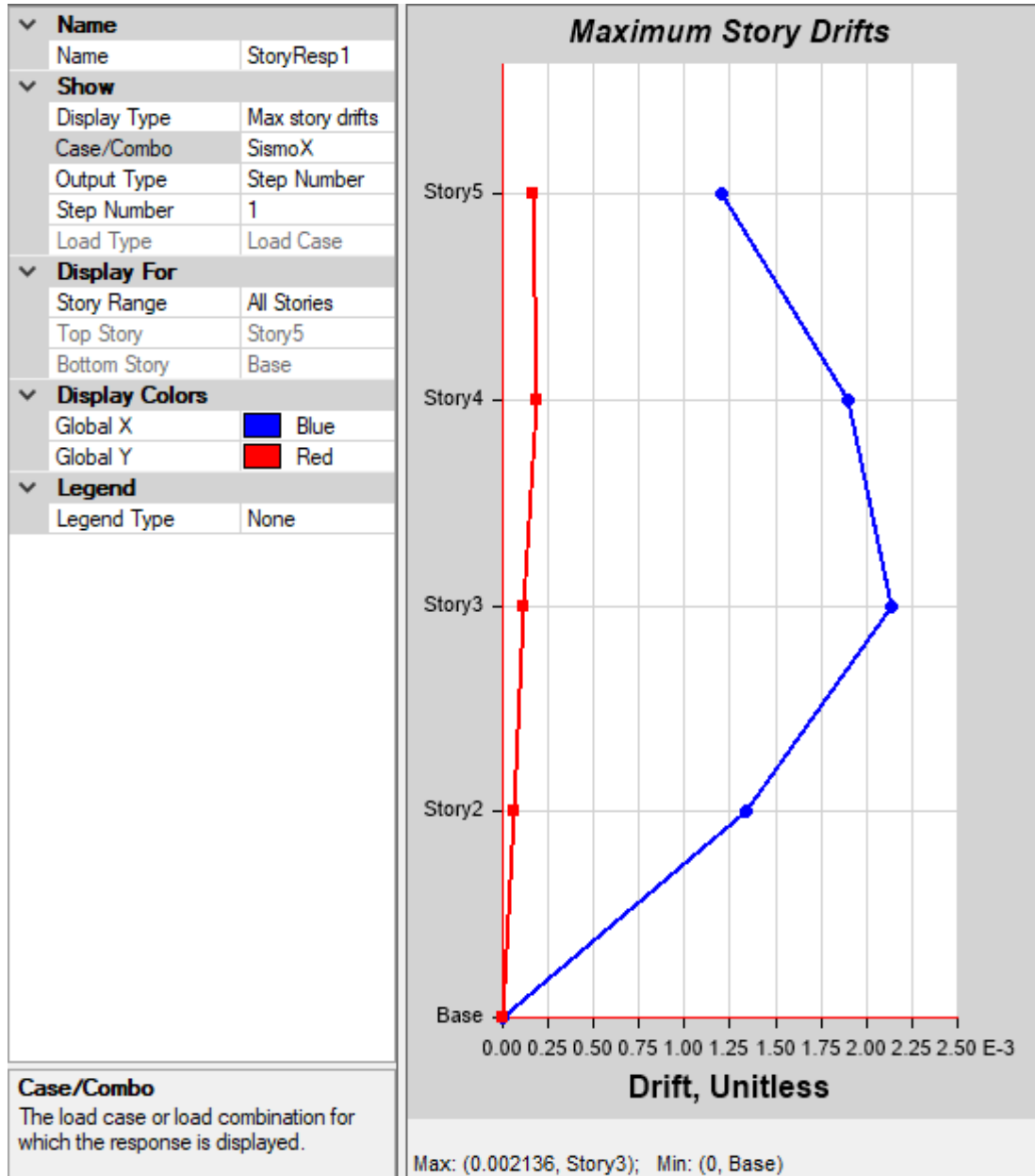
Autor: Esteban Naranjo Rea

Cuarto Chequeo: Deriva Inelástica:

Para la deriva inelástica debemos asegurarnos que esta sea menor al 2% con la siguiente fórmula obtenida de la NEC2015:

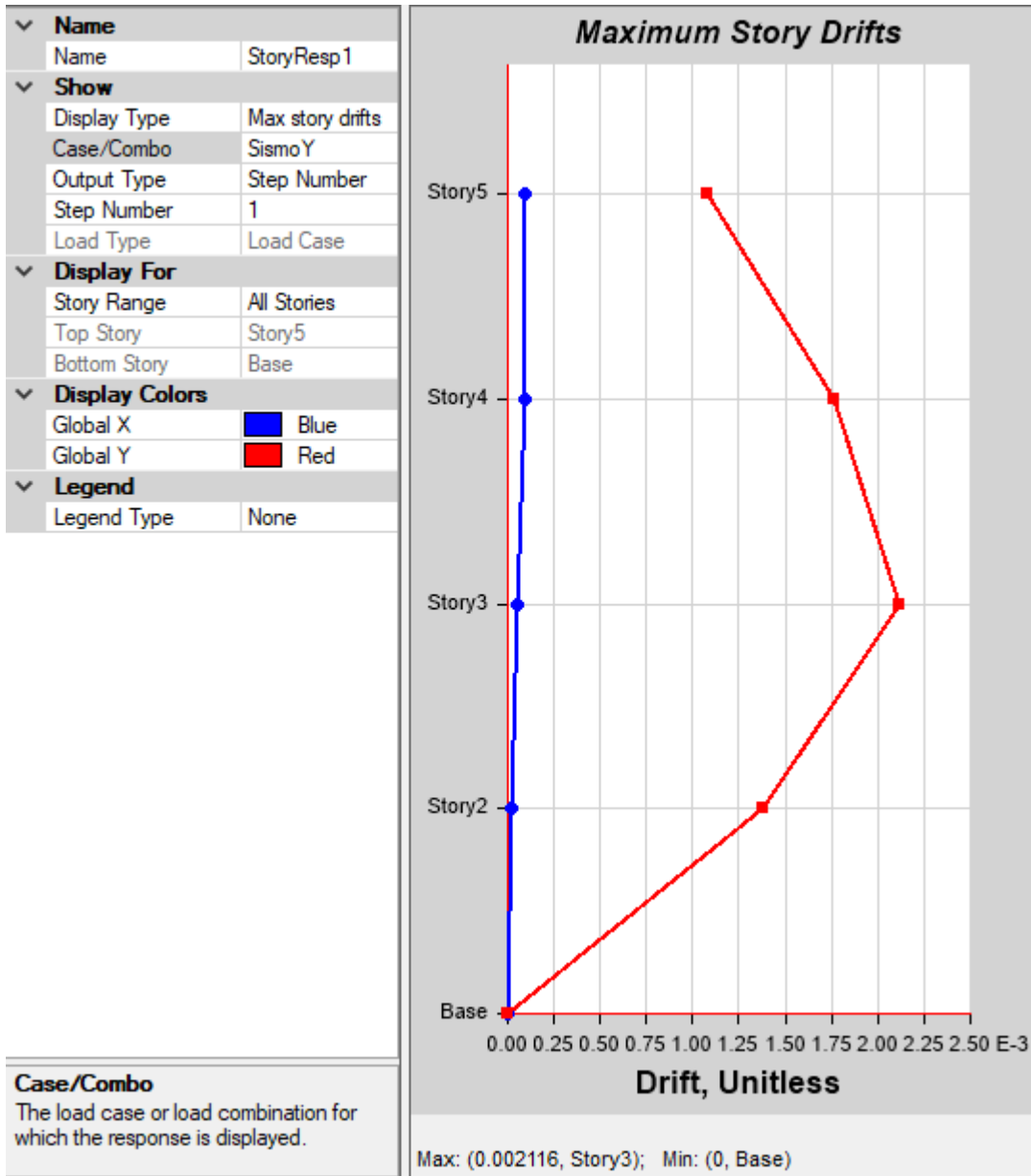
$$\Delta = 0.75 * R * \Delta_{elástica}$$

Sentido X



$$\Delta = 0.75 * 8 * 0.002136 = 1.28\% \text{ (SI CUMPLE)}$$

Sentido Y



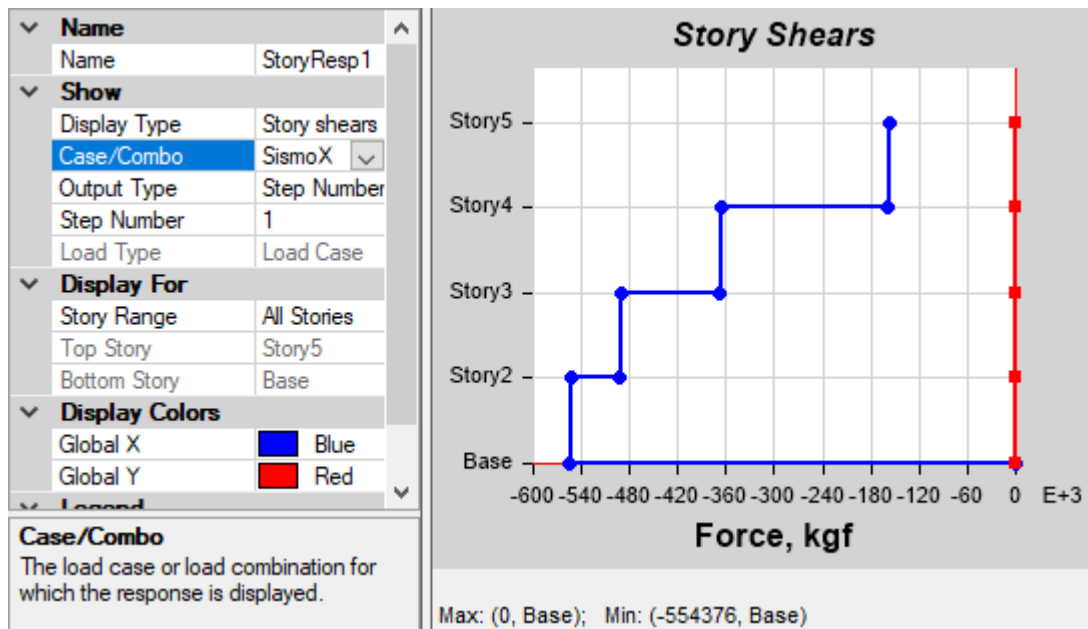
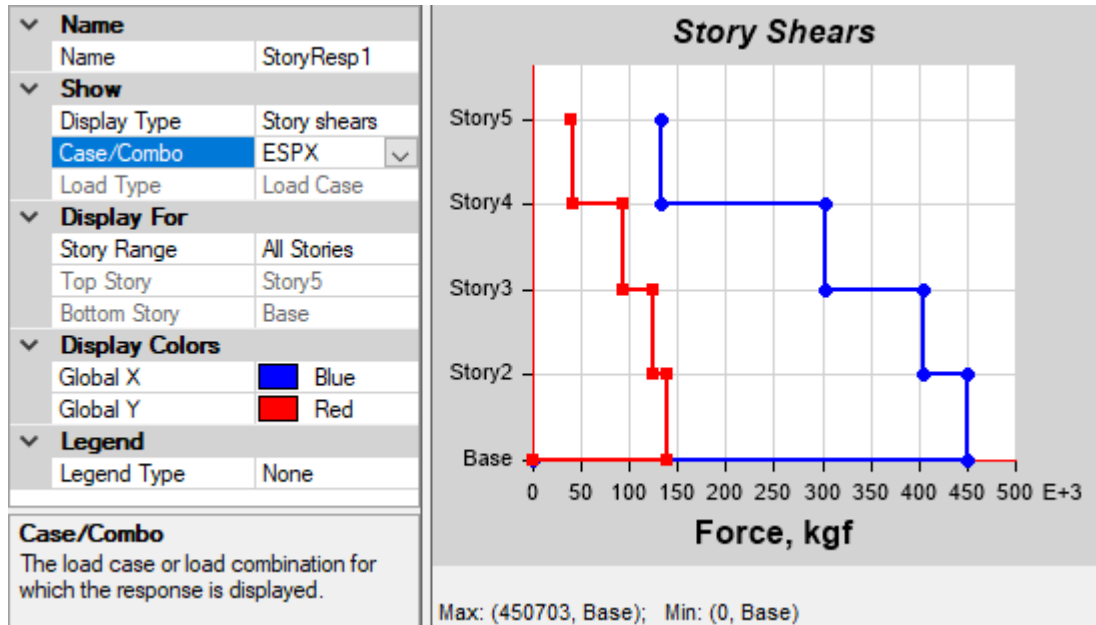
$$\Delta = 0.75 * 8 * 0.002116 = 1.26\% \text{ (SI CUMPLE)}$$

Quinto Chequeo: Validación del Análisis dinámico

Se debe verificar que el cortante basal dinámico sea mayor o igual al 80% del cortante basal estático con la siguiente fórmula:

$$\frac{V_{din}}{V_{est}} * 100 \geq 80\%$$

Sentido X

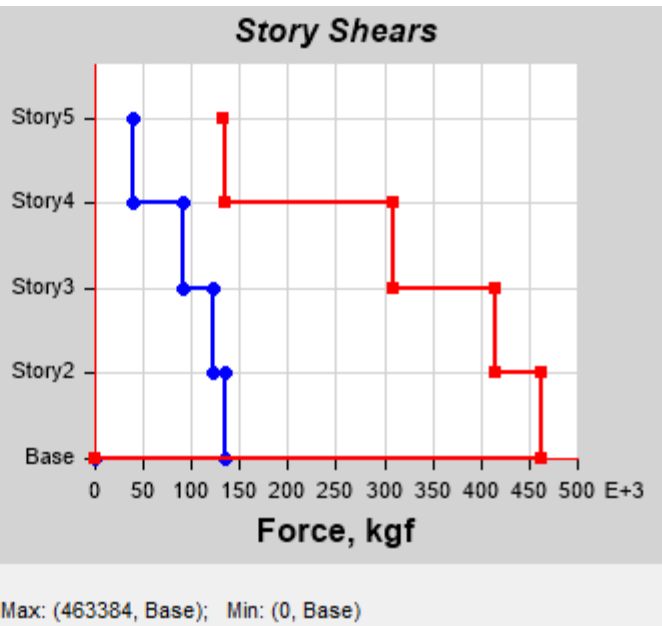


$$\frac{450703kg}{554376kg} * 100 = 81.29\% \text{ (SI CUMPLE)}$$

Sentido Y

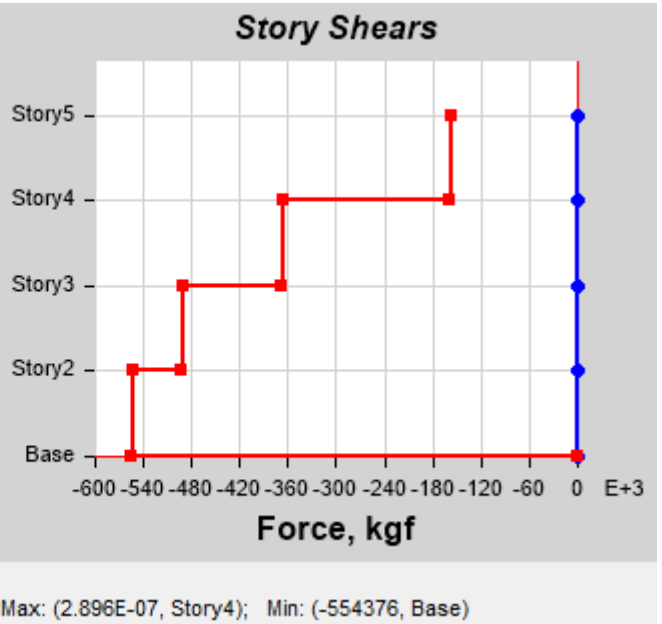
| | |
|-------------------------|--------------|
| ▼ Name | |
| Name | StoryResp 1 |
| ▼ Show | |
| Display Type | Story shears |
| Case/Combo | ESPY |
| Load Type | Load Case |
| ▼ Display For | |
| Story Range | All Stories |
| Top Story | Story5 |
| Bottom Story | Base |
| ▼ Display Colors | |
| Global X | Blue |
| Global Y | Red |
| ▼ Legend | |
| Legend Type | None |

Case/Combo
The load case or load combination for which the response is displayed.



| | |
|-------------------------|--------------|
| ▼ Name | |
| Name | StoryResp 1 |
| ▼ Show | |
| Display Type | Story shears |
| Case/Combo | SismoY |
| Output Type | Step Number |
| Step Number | 1 |
| Load Type | Load Case |
| ▼ Display For | |
| Story Range | All Stories |
| Top Story | Story5 |
| Bottom Story | Base |
| ▼ Display Colors | |
| Global X | Blue |
| Global Y | Red |
| ▼ Legend | |
| Legend Type | None |

Case/Combo
The load case or load combination for which the response is displayed.



$$\frac{463384kg}{554376kg} * 100 = 83.58\% (SI CUMPLE)$$

3.2.Resultados y Análisis de la Condición Inicial.

Transformación de unidades.

Debido a que los rubros obtenidos para el análisis de la huella de carbono están expresados en sus unidades tradicionales ya sea de longitud (metros), área (metros cuadrados), volumen (metros cúbicos), peso (kilogramos) y unidades debemos adecuarlas a unidades de peso, en nuestro caso toneladas.

El objetivo de este proceso de transformación consiste en tener las cantidades de material de cada rubro pero expresado en unidades de peso, en nuestro caso toneladas de material.

Si hablamos de rubros como hormigones, morteros, masillados, enlucidos, etc, deben ser transformados en sus materiales equivalentes como cemento, arena, grava, entre otros como se muestra a continuación.

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| 1 Hormigón simple. Replanteo f'c=180kg/cm2 | | | | m3 | 31.15 |
|--|-------------------|-------------------|------------------|--------------|-------|
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL | |
| 280 | 0.55 | 0.89 | 0.158 | | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | | |
| 0.089 | 0.55 | 0.89 | 0.158 | 1.687 | |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | | |
| 0.053 | 0.326 | 0.528 | 0.094 | 1.000 | |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | | |
| 1.641 | 10.156 | 16.435 | 2.918 | 31.150 | |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | | |
| 5.170 | 14.422 | 24.816 | 2.918 | | |
| 2 Hormigón ciclópeo. F'c=210 kg/cm2 en cimientos | | | | m3 | 19.65 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL | |
| 320 | 0.52 | 0.9 | 0.17 | | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | | |
|---|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.102 | 0.52 | 0.9 | 0.17 | 1.692 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.060 | 0.307 | 0.532 | 0.100 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 1.180 | 6.040 | 10.455 | 1.975 | 19.650 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 3.717 | 8.577 | 15.787 | 1.975 | |
| 3 Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en plintos | | | | m3 191.1 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 13.882 | 69.046 | 87.458 | 20.714 | 191.100 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 43.729 | 98.045 | 132.062 | 20.714 | |
| 4 Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en cadenas (inc. Encofrado) | | | | m3 24.49 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 1.779 | 8.848 | 11.208 | 2.655 | 24.490 |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
|---|-------------------|-------------------|------------------|-----------|
| 5.604 | 12.565 | 16.924 | 2.655 | |
| Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en muro perimetral (inc. 5 Encofrado) | | | | m3 68.4 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 320 | 0.52 | 0.9 | 0.17 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 0.102 | 0.52 | 0.9 | 0.17 | 1.692 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | TOTAL |
| 0.060 | 0.307 | 0.532 | 0.100 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | TOTAL |
| 4.108 | 21.026 | 36.392 | 6.874 | 68.400 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 12.939 | 29.857 | 54.952 | 6.874 | |
| 6 Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en contrapiso (inc. Encofrado) | | | | m2 447.66 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 320 | 0.52 | 0.9 | 0.17 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 0.102 | 0.52 | 0.9 | 0.17 | 1.692 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | TOTAL |
| 0.060 | 0.307 | 0.532 | 0.100 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | TOTAL |
| 26.884 | 137.612 | 238.175 | 44.989 | 447.660 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 84.684 | 195.409 | 359.644 | 44.989 | |
| 7 Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en columnas (inc. Encofrado) | | | | m3 165.3 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | | |
|---|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 12.008 | 59.724 | 75.651 | 17.917 | 165.300 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 37.825 | 84.808 | 114.232 | 17.917 | |
| 8 Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en losas (inc. Encofrado) | | | | m3 392.34 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 28.501 | 141.755 | 179.557 | 42.527 | 392.340 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 89.778 | 201.293 | 271.131 | 42.527 | |
| 9 Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en vigas (inc. Encofrado) | | | | m3 163.93 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 11.909 | 59.229 | 75.024 | 17.769 | 163.930 |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 37.512 | 84.105 | 113.286 | 17.769 | |
| 10 Hormigón simple $f'c=240\text{kg/cm}^2$ en gradas (inc. Encofrado) | | | | m3 20.7 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 1.504 | 7.479 | 9.473 | 2.244 | 20.700 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 4.737 | 10.620 | 14.305 | 2.244 | |
| 11 Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ | | | | kg 111767.8 |
| Acero en Ton | | | | |
| 111.768 | | | | |
| 12 Malla electrosoldada 8x15x15 | | | | m2 507.57 |
| Kilogramo/m2 | 5.29 | | | |
| Total en ton | 2.685 | | | |
| 13 Alivianamientos de 50 por 50 por 20 | | | | u 3438 |
| Peso Poliestireno (Kg/m3) | 20 | | | |
| Volumen (m3) | 0.05 | | | |
| Peso Unitario (Kg) | 1 | | | |
| Peso Total (Ton) | 3.438 | | | |
| 14 Alivianamientos de 50x25x20 | | | | u 432.5 |
| Peso Poliestireno (Kg/m3) | 20 | | | |
| Volumen (m3) | 0.025 | | | |
| Peso Unitario (Kg) | 0.5 | | | |
| Peso Total (Ton) | 0.216 | | | |
| 15 Mampostería de bloque macizo 12cm | | | | m2 1826.34 |
| Peso Ladrillo (Kg) | 11.5 | | | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | | |
|--|--------------------------|-------------------------|-----------------|--------------|
| Bloques por m2 | 12.5 | | | |
| Peso Unitario (Kg/m2) | 143.75 | | | |
| Peso Total (Ton) | 262.54 | | | |
| 16 Enlucido vertical | | | | m2 4588.9 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL | |
| 364 | 1.16 | 0.22 | | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | AGUA (m3) | | |
| 0.116 | 1.16 | 0.22 | 1.496 | |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | AGUA (%) | | |
| 0.077 | 0.776 | 0.147 | 1.000 | |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Agua (m3) | | |
| 354.566 | 3559.295 | 675.039 | 4588.900 | |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Agua (m3) | | |
| 3.546 | 35.593 | 6.750 | 45.889 | |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Agua (Ton) | | |
| 11.169 | 50.542 | 6.750 | | |
| 17 Alisado y masillado de losa de cubierta con impermeabilizante | | | | m2 481.69 |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | IMP (kg) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 454 | 1.09 | 24 | 0.24 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | IMP (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.144 | 1.09 | 0.023 | 0.24 | 1.497 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | IMP (%) | AGUA (%) | |
| 0.096 | 0.728 | 0.015 | 0.160 | 1.000 |
| Total Cemento (m2) | Total Arena (m2) | Total IMP (m2) | Total Agua (m2) | |
| 46.376 | 350.733 | 7.355 | 77.226 | 481.690 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total IMP (m3) | Total Agua (m3) | |
| 0.928 | 7.015 | 0.147 | 1.545 | 9.634 |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total IMP (Ton) | Total Agua (Ton) | |
|---|-------------------|-------------------|------------------|-------|
| 2.922 | 9.961 | 0.154 | 1.545 | |
| 18 Enlucido en fillos de ventanas y puertas | | | m 441.24 | |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL | |
| 364 | 1.16 | 0.22 | | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | AGUA (m3) | | |
| 0.116 | 1.16 | 0.22 | 1.496 | |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | AGUA (%) | | |
| 0.077 | 0.776 | 0.147 | 1.000 | |
| Total Cemento (m) | Total Arena (m) | Total Agua (m) | | |
| 34.093 | 342.240 | 64.908 | 441.240 | |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Agua (m3) | | |
| 0.051 | 0.513 | 0.097 | 0.662 | |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Agua (Ton) | | |
| 0.161 | 0.729 | 0.097 | | |
| 19 Dinteles 0.10x0.15m | | | m 179.2 | |
| VOLUMEN (m3) | | 2.688 | | |
| CEMENTO (kg) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL |
| 380 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | GRAVA (m3) | AGUA (m3) | |
| 0.121 | 0.6 | 0.76 | 0.18 | 1.661 |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | GRAVA (%) | AGUA (%) | |
| 0.073 | 0.361 | 0.458 | 0.108 | 1.000 |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Grava (m3) | Total Agua (m3) | |
| 0.195 | 0.971 | 1.230 | 0.291 | 2.688 |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Grava (Ton) | Total Agua (Ton) | |
| 0.615 | 1.379 | 1.858 | 0.291 | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------|----|---------|
| Acero 12mm (u de 12m) | 60.000 | Peso (ton) | 0.639 | | |
| Acero 8mm (u de 12m) | 52.000 | Peso (ton) | 0.246 | | |
| | | Total (ton) | 0.886 | | |
| 20 Alisado y macillado de pisos | | | | m2 | 2043.42 |
| CEMENTO (kG) | ARENA (m3) | AGUA (m3) | TOTAL | | |
| 454 | 1.09 | 0.24 | | | |
| CEMENTO (m3) | ARENA (m3) | AGUA (m3) | | | |
| 0.144 | 1.09 | 0.24 | 1.474 | | |
| CEMENTO (%) | ARENA (%) | AGUA (%) | | | |
| 0.098 | 0.739 | 0.163 | 1.000 | | |
| Total Cemento (m2) | Total Arena (m2) | Total Agua (m2) | | | |
| 199.787 | 1510.947 | 332.686 | 2043.420 | | |
| Total Cemento (m3) | Total Arena (m3) | Total Agua (m3) | | | |
| 3.996 | 30.219 | 6.654 | 40.868 | | |
| Total Cemento (Ton) | Total Arena (Ton) | Total Agua (Ton) | | | |
| 12.587 | 42.911 | 6.654 | | | |
| 21 Pisos de porcelanato | | | | m2 | 1975.02 |
| Peso del porcelanato (kg/m2) | 50 | | | | |
| Peso Total (Ton) | 98.751 | | | | |
| 22 Barredera de porcelanato h=8cm | | | | m | 960.82 |
| Peso del porcelanato (kg/m2) | 50 | | | | |
| Altura (m) | 0.08 | | | | |
| Peso Total (Ton) | 3.84 | | | | |
| 23 Cerámica en baños | | | | m2 | 444.34 |
| Peso del porcelanato (kg/m2) | 50 | | | | |
| Peso Total (Ton) | 22.217 | | | | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | |
|--|-------------|----------------|---------|
| 24 Pasamano h=90cm | | m | 28.48 |
| Numero de filas | 3 | | |
| Total de acero (m) | 85.44 | | |
| Área (m ²) | 0.002 | | |
| Volumen (m ³) | 0.164 | | |
| Peso específico del acero (kg/m ³) | 7850 | | |
| Peso (ton) | 1.290588758 | | |
| 25 Pastado interior | | m ² | 2421.3 |
| Peso específico del yeso (kg/m ³) | 1250 | | |
| Espesor (m) | 0.0015 | | |
| Peso Total (Ton) | 4.540 | | |
| 26 Pastado exterior | | m ² | 1055.19 |
| Peso específico del yeso (kg/m ³) | 1250 | | |
| Espesor (m) | 0.0015 | | |
| Peso Total (Ton) | 1.978 | | |
| 27 Pintura interior | | m ² | 2431.8 |
| Peso específico de pintura (kg/m ³) | 1200 | | |
| Espesor (m) | 0.0015 | | |
| Peso Total (Ton) | 4.377 | | |
| 28 Pintura exterior | | m ² | 1055.19 |
| Peso específico del pintura (kg/m ³) | 1200 | | |
| Espesor (m) | 0.0015 | | |
| Peso Total (Ton) | 1.899 | | |
| 29 Gypsum de 12mm interior (inc. Estructura metálica, pastado y pintura) | | m ² | 1694.15 |
| Peso específico del yeso (kg/m ³) | 1250 | | |
| Espesor del yeso (m) | 0.012 | | |
| Peso (Ton) | 25.41225 | | |
| 30 Puerta de madera taborada 100*210 | | u | 14 |
| Peso específico de la madera (kg/m ³) | 500 | | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | |
|--|----------|----------------|--------|
| Espesor de madera (m) | 0.035 | | |
| Área de Madera (m ²) | 3.3 | | |
| Peso (Ton) | 0.8085 | | |
| Peso específico del vidrio (kg/m ³) | 2500 | | |
| Espesor del vidrio (m) | 0.01 | | |
| Área de Vidrio (m ²) | 0.3 | | |
| Peso (Ton) | 0.105 | | |
| 31 Mampara y puerta de aluminio y vidrio 10mm templado ingreso | | m ² | 11.16 |
| Peso específico del vidrio (kg/m ³) | 2500 | | |
| Espesor del vidrio (m) | 0.01 | | |
| Peso (Ton) | 0.279 | | |
| 32 Puerta metálica 140*210 | | u | 1 |
| Área (m ²) | 2.94 | | |
| Espesor (m) | 0.025 | | |
| Volumen (m ³) | 0.0735 | | |
| Peso específico del Hierro (kg/m ³) | 7840 | | |
| Peso (ton) | 0.57624 | | |
| 33 Ventanas de aluminio y vidrio templado 6mm | | m ² | 576.69 |
| Peso específico del vidrio (kg/m ³) | 2500 | | |
| Espesor del vidrio (m) | 0.01 | | |
| Peso (Ton) | 14.41725 | | |
| Aluminio (m) | 1293.52 | | |
| Área (m ²) | 0.000564 | | |
| Peso específico del aluminio (kg/m ³) | 2700 | | |
| Peso (Ton) | 1.969772 | | |
| 34 División de acero inoxidable de inodoros | | u | 10 |
| Área (m ²) | 0.0111 | | |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | | | |
|--|----------|----|--------|
| Longitud (m) | 5.55 | | |
| Volumen (m3) | 0.061605 | | |
| Peso específico del acero (kg/m3) | 7850 | | |
| Peso (ton) | 0.4836 | | |
| 35 División de baños, incluye puertas | | m2 | 119.26 |
| Peso específico del aluminio (kg/m3) | 2700 | | |
| Espesor del aluminio (m) | 0.01 | | |
| Peso (Ton) | 3.22002 | | |
| 36 Mesón de granito | | m | 30.79 |
| Peso específico del granito (kg/m3) | 2800 | | |
| Espesor del granito (m) | 0.0156 | | |
| Peso (Ton) | 1.345 | | |
| 37 SI tubería PVC roscable diam. 63mm | | m | 155.42 |
| Espesor (m) | 0.00554 | | |
| Diam. Ext. (m) | 0.063 | | |
| Diam. Int. (m) | 0.05192 | | |
| Área (m2) | 0.00100 | | |
| Peso específico del PVC (kg/m3) | 1450 | | |
| Peso (Ton) | 0.225 | | |
| 38 SI. Tubería PVC roscable diam 50mm | | m | 71.3 |
| Espesor (m) | 0.00508 | | |
| Diam. Ext. (m) | 0.04826 | | |
| Diam. Int. (m) | 0.0381 | | |
| Área (m2) | 0.00069 | | |
| Peso específico del PVC (kg/m3) | 1450 | | |
| Peso (Ton) | 0.071 | | |
| 39 SI tubería de acero inoxidable 2 1/2 hidrinox | | m | 97.15 |
| Peso (kg/6m) | 14.04 | | |
| Peso (ton) | 0.227331 | | |
| 40 SI tubería de acero inoxidable 1 1/2 | | m | 1.73 |

Tabla 13. Obtención de toneladas de material

| | |
|--------------|----------|
| Peso (kg/6m) | 5.4 |
| Peso (ton) | 0.001557 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Rubros y factores de emisión.

En la siguiente tabla vamos organizando los diferentes tipos de materiales que ayudan a conformar el rubro o actividad. En la primera columna podemos encontrar el rubro que estamos analizando, la siguiente columna nos ayuda a conocer los diferentes materiales que conforman el rubro tales como son el caso de arena, ripio, cemento, acero, entre muchos más, la tercera columna nos muestra el factor de emisión de cada material, el cual esta expresado en toneladas de CO₂ sobre toneladas de material, los cuales ya obtuvimos en la tabla anterior.

Tabla 14. Materiales y factores de emisión por cada rubro

| No | Rubro | Materiales | FACTOR DE EMISIÓN (tco ₂ /t material) |
|----------|---|------------|--|
| 1 | Hormigón simple. Replanteo f'c=180kg/cm ² | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 2 | Hormigón ciclópeo. F'c=210 kg/cm ² en cimientos | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 3 | Hormigón simple f'c=240kg/cm ² en plintos | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 4 | Hormigón simple f'c=240kg/cm ² en cadenas (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |

Tabla 14. Materiales y factores de emisión por cada rubro

| No | Rubro | Materiales | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/t material) |
|-----------|---|-------------------|--|
| 5 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en muro perimetral (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 6 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en contrapiso (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 7 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en columnas (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 8 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en losas (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 9 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en vigas (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 10 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado) | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| 11 | Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | Acero | 6.5190 |
| 12 | Malla electrosoldada 8x15x15 | Acero | 6.5190 |
| 13 | Alivianamientos de 50 por 50 por 20 | Poliestireno | 3.4300 |

Tabla 14. Materiales y factores de emisión por cada rubro

| No | Rubro | Materiales | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/t material) |
|-----------|--|-------------------|--|
| 14 | Alivianamientos de 50x25x20 | Poliestireno | 3.4300 |
| 15 | Mampostería de bloque macizo 12cm | Bloque | 0.0780 |
| 16 | Enlucido vertical | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| 17 | Alisado y masillado de losa de cubierta con impermeabilizante | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Impermeabilizante | 4.4500 |
| 18 | Enlucido en filos de ventanas y puertas | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| 19 | Dinteles 0.10x0.15m | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| | | Grava | 0.0790 |
| | | Acero | 6.5190 |
| 20 | Alisado y macillado de pisos | | |
| | | Cemento | 0.8800 |
| | | Arena | 0.0051 |
| 21 | Pisos de porcelanato | Cerámica | 0.7000 |
| 22 | Barredera de porcelanato h=8cm | Cerámica | 0.7000 |
| 23 | Cerámica en baños | Cerámica | 0.7000 |
| 24 | Pasamano h=90cm | Acero | 6.5190 |
| 25 | Pasteado interior | Yeso | 0.1300 |
| 26 | Pasteado exterior | Yeso | 0.1300 |
| 27 | Pintura interior | Pintura | 2.9100 |
| 28 | Pintura exterior | Pintura | 2.9100 |
| 29 | Gypsum de 12mm interior (inc. Estructura metálica, pasteado y pintura) | Yeso | 0.1300 |

Tabla 14. Materiales y factores de emisión por cada rubro

| No | Rubro | Materiales | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/t material) |
|----|---|------------|-------------------------------------|
| 30 | Puerta de madera taborada 100*210 | | |
| | | Madera | 0.3100 |
| | | Vidrio | 0.9100 |
| 31 | Mampara y puerta de aluminio y vidrio 10mm templado ingreso | Vidrio | 0.9100 |
| 32 | Puerta metálica 140*210 | Hierro | 2.0300 |
| 33 | Ventanas de aluminio y vidrio templado 6mm | | |
| | | Vidrio | 0.9100 |
| | | Aluminio | 9.1600 |
| 34 | División de acero inoxidable de inodoros | Acero | 6.5190 |
| 35 | División de baños, incluye puertas | Acero | 6.5190 |
| 36 | Mesón de granito | Granito | 0.7000 |
| 37 | SI tubería PVC roscable diam. 63mm | PVC | 3.2300 |
| 38 | SI. Tubería PVC roscable diam 50mm | PVC | 3.2300 |
| 39 | SI tubería de acero inoxidable 2 1/2 hidrinox | Acero | 6.5190 |
| 40 | SI tubería de acero inoxidable 1 1/2 | Acero | 6.5190 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Cálculo de huella de carbono por rubro

En la siguiente tabla se presenta el cálculo de la huella de carbono total de la edificación en base a los rubros, los materiales que los conforman, las cantidades en toneladas por material y sus respectivos factores de emisión:

Tabla 15. Factores de emisión por rubro

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|--|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Hormigón simple. Replantillo f'c=180kg/cm2 | m3 | 31.15 | | | | | 6.58 |
| | | | | Cemento | 5.17 | 0.88 | 4.55 | |
| | | | | Arena | 14.422 | 0.0051 | 0.07 | |
| | | | | Grava | 24.816 | 0.079 | 1.96 | |
| 2 | Hormigón ciclópeo. F'c=210 kg/cm2 en cimientos | m3 | 19.65 | | | | | 4.56 |
| | | | | Cemento | 3.717 | 0.88 | 3.27 | |
| | | | | Arena | 8.577 | 0.0051 | 0.04 | |
| | | | | Grava | 15.787 | 0.079 | 1.25 | |
| 3 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en plintos | m3 | 191.1 | | | | | 49.41 |
| | | | | Cemento | 43.729 | 0.88 | 38.48 | |
| | | | | Arena | 98.045 | 0.0051 | 0.5 | |
| | | | | Grava | 132.062 | 0.079 | 10.43 | |
| 4 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en cadenas (inc. Encofrado) | m3 | 24.49 | | | | | 6.33 |
| | | | | Cemento | 5.604 | 0.88 | 4.93 | |
| | | | | Arena | 12.565 | 0.0051 | 0.06 | |
| | | | | Grava | 16.924 | 0.079 | 1.34 | |

Tabla 15. Factores de emisión por rubro

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|---|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 5 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en muro perimetral (inc. Encofrado) | m3 | 68.4 | | | | | 15.88 |
| | | | | Cemento | 12.939 | 0.88 | 11.39 | |
| | | | | Arena | 29.857 | 0.0051 | 0.15 | |
| | | | | Grava | 54.952 | 0.079 | 4.34 | |
| 6 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en contrapiso (inc. Encofrado) | m2 | 447.66 | | | | | 103.93 |
| | | | | Cemento | 84.684 | 0.88 | 74.52 | |
| | | | | Arena | 195.409 | 0.0051 | 1 | |
| | | | | Grava | 359.644 | 0.079 | 28.41 | |
| 7 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en columnas (inc. Encofrado) | m3 | 165.3 | | | | | 42.74 |
| | | | | Cemento | 37.825 | 0.88 | 33.29 | |
| | | | | Arena | 84.808 | 0.0051 | 0.43 | |
| | | | | Grava | 114.232 | 0.079 | 9.02 | |
| 8 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en losas (inc. Encofrado) | m3 | 392.34 | | | | | 101.45 |
| | | | | Cemento | 89.778 | 0.88 | 79.01 | |
| | | | | Arena | 201.293 | 0.0051 | 1.03 | |
| | | | | Grava | 271.131 | 0.079 | 21.42 | |

Tabla 15. Factores de emisión por rubro

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|-----------|--|--------|----------|--------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 9 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en vigas (inc. Encofrado) | m3 | 163.93 | | | | | 42.39 |
| | | | | Cemento | 37.512 | 0.88 | 33.01 | |
| | | | | Arena | 84.105 | 0.0051 | 0.43 | |
| | | | | Grava | 113.286 | 0.079 | 8.95 | |
| 10 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado) | m3 | 20.7 | | | | | 5.35 |
| | | | | Cemento | 4.737 | 0.88 | 4.17 | |
| | | | | Arena | 10.62 | 0.0051 | 0.05 | |
| | | | | Grava | 14.305 | 0.079 | 1.13 | |
| 11 | Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | kg | 111768 | Acero | 111.768 | 6.519 | 728.61 | 728.61 |
| 12 | Malla electrosoldada 8x15x15 | m2 | 507.57 | Acero | 2.685 | 6.519 | 17.5 | 17.5 |
| 13 | Alivianamientos de 50 por 50 por 20 | u | 3438 | Poliestireno | 3.438 | 3.43 | 11.79 | 11.79 |
| 14 | Alivianamientos de 50x25x20 | u | 432.5 | Poliestireno | 0.216 | 3.43 | 0.741 | 0.741 |
| 15 | Mampostería de bloque macizo 12cm | m2 | 1826.34 | Bloque | 262.536 | 0.078 | 20.48 | 20.48 |
| 16 | Enlucido vertical | m2 | 4588.9 | | | | | 10.09 |
| | | | | Cemento | 11.169 | 0.88 | 9.83 | |
| | | | | Arena | 50.542 | 0.0051 | 0.26 | |

Tabla 15. Factores de emisión por rubro

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|-----------|---|--------|----------|-------------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 17 | Alisado y masillado de losa de cubierta con impermeabilizante | m2 | 481.69 | | | | | 3.31 |
| | | | | Cemento | 2.922 | 0.88 | 2.57 | |
| | | | | Arena | 9.961 | 0.0051 | 0.05 | |
| | | | | Impermeabilizante | 0.154 | 4.45 | 0.69 | |
| 18 | Enlucido en filos de ventanas y puertas | m | 441.24 | | | | | 0.15 |
| | | | | Cemento | 0.161 | 0.88 | 0.14 | |
| | | | | Arena | 0.729 | 0.0051 | 0 | |
| 19 | Dinteles 0.10x0.15m | m | 179.2 | | | | | 6.47 |
| | | | | Cemento | 0.615 | 0.88 | 0.54 | |
| | | | | Arena | 1.379 | 0.0051 | 0.01 | |
| | | | | Grava | 1.858 | 0.079 | 0.15 | |
| | | | | Acero | 0.886 | 6.519 | 5.77 | |
| 20 | Alisado y masillado de pisos | m2 | 2043.42 | | | | | 11.3 |
| | | | | Cemento | 12.587 | 0.88 | 11.08 | |
| | | | | Arena | 42.911 | 0.0051 | 0.22 | |
| 21 | Pisos de porcelanato | m2 | 1975.02 | Cerámica | 98.751 | 0.7 | 69.13 | 69.13 |
| 22 | Barredera de porcelanato h=8cm | m | 960.82 | Cerámica | 3.843 | 0.7 | 2.69 | 2.69 |
| 23 | Cerámica en baños | m2 | 444.34 | Cerámica | 22.217 | 0.7 | 15.55 | 15.55 |

Tabla 15. Factores de emisión por rubro

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|--|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 24 | Pasamano h=90cm | m | 28.48 | Acero | 1.291 | 6.519 | 8.41 | 8.41 |
| 25 | Pasteado interior | m2 | 2421.3 | Yeso | 4.54 | 0.13 | 0.59 | 0.59 |
| 26 | Pasteado exterior | m2 | 1055.19 | Yeso | 1.978 | 0.13 | 0.26 | 0.26 |
| 27 | Pintura interior | m2 | 2431.8 | Pintura | 4.377 | 2.91 | 12.74 | 12.74 |
| 28 | Pintura exterior | m2 | 1055.19 | Pintura | 1.899 | 2.91 | 5.53 | 5.53 |
| 29 | Gypsum de 12mm interior (inc. Estructura metálica, pasteado y pintura) | m2 | 1694.15 | Yeso | 25.412 | 0.13 | 3.3 | 3.3036 |
| 30 | Puerta de madera laborada 100*210 | u | 14 | | | | | 0.35 |
| | | | | Madera | 0.809 | 0.31 | 0.25 | |
| | | | | Vidrio | 0.105 | 0.91 | 0.1 | |
| 31 | Mampara y puerta de aluminio y vidrio 10mm templado ingreso | m2 | 11.16 | Vidrio | 0.279 | 0.91 | 0.25 | 0.25 |
| 32 | Puerta metálica 140*210 | u | 1 | Hierro | 0.576 | 2.03 | 1.17 | 1.17 |
| 33 | Ventanas de aluminio y vidrio templado 6mm | m2 | 576.69 | | | | | 31.16 |
| | | | | Vidrio | 14.417 | 0.91 | 13.12 | |
| | | | | Aluminio | 1.97 | 9.16 | 18.04 | |
| 34 | División de acero inoxidable de inodoros | u | 10 | Acero | 0.484 | 6.519 | 3.15 | 3.15 |
| 35 | División de baños, incluye puertas | m2 | 119.26 | Acero | 3.22 | 6.519 | 20.99 | 20.99 |

Tabla 15. Factores de emisión por rubro

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|-----------|---|---------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---|------------------------|---------------------|
| 36 | Mesón de granito | m | 30.79 | Granito | 1.345 | 0.7 | 0.94 | 0.94 |
| 37 | SI tubería PVC roscable diam. 63mm | m | 155.42 | PVC | 0.225 | 3.23 | 0.73 | 0.73 |
| 38 | SI. Tubería PVC roscable diam 50mm | m | 71.3 | PVC | 0.071 | 3.23 | 0.23 | 0.23 |
| 39 | SI tubería de acero inoxidable 2 1/2 hidrinox | m | 97.15 | Acero | 0.227 | 6.519 | 1.48 | 1.48 |
| 40 | SI tubería de acero inoxidable 1 1/2 | m | 1.73 | Acero | 0.002 | 6.519 | 0.01 | 0.01 |
| | | | | | | | TOTAL | 1367.7 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Resumen de materiales

En la siguiente tabla se presenta el Resultado de los factores de emisión por cada material, y adjunto a ello se presenta una gráfica pastel para conocer el porcentaje de influencia y contaminación de cada uno para el posterior análisis de resultados y la alternativa de reducción.

Tabla 16. Emisiones de CO2 por material

| MATERIALES | CANTIDAD (TON) | FACTOR DE EMISIÓN (tCO2e/tmaterial) | PRODUCTO (tCO2) | PORCENTAJE (%) |
|--------------------------|-----------------------|--|------------------------|-----------------------|
| Acero | 120.56 | 6.51900 | 785.942 | 57.46 |
| Cemento | 353.15 | 0.88000 | 310.772 | 22.72 |
| Grava | 1119.00 | 0.07900 | 88.401 | 6.46 |
| Porcelanato | 124.81 | 0.70000 | 87.368 | 6.39 |
| Bloque | 262.54 | 0.07800 | 20.478 | 1.50 |
| Pintura | 6.28 | 2.91000 | 18.265 | 1.34 |
| Aluminio | 1.97 | 9.16000 | 18.043 | 1.32 |
| Vidrio | 14.80 | 0.91000 | 13.469 | 0.98 |
| Poliestireno | 3.65 | 3.43000 | 12.534 | 0.92 |
| Arena | 845.22 | 0.00510 | 4.311 | 0.32 |
| Yeso | 31.93 | 0.13000 | 4.151 | 0.30 |
| Hierro | 0.58 | 2.03000 | 1.170 | 0.09 |
| PVC | 0.30 | 3.23000 | 0.958 | 0.07 |
| Granito | 1.34 | 0.70000 | 0.941 | 0.07 |
| Impermeabilizante | 0.15 | 4.45000 | 0.687 | 0.05 |
| Madera | 0.81 | 0.31000 | 0.251 | 0.02 |
| TOTAL | | | 1367.74 | 100.00 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

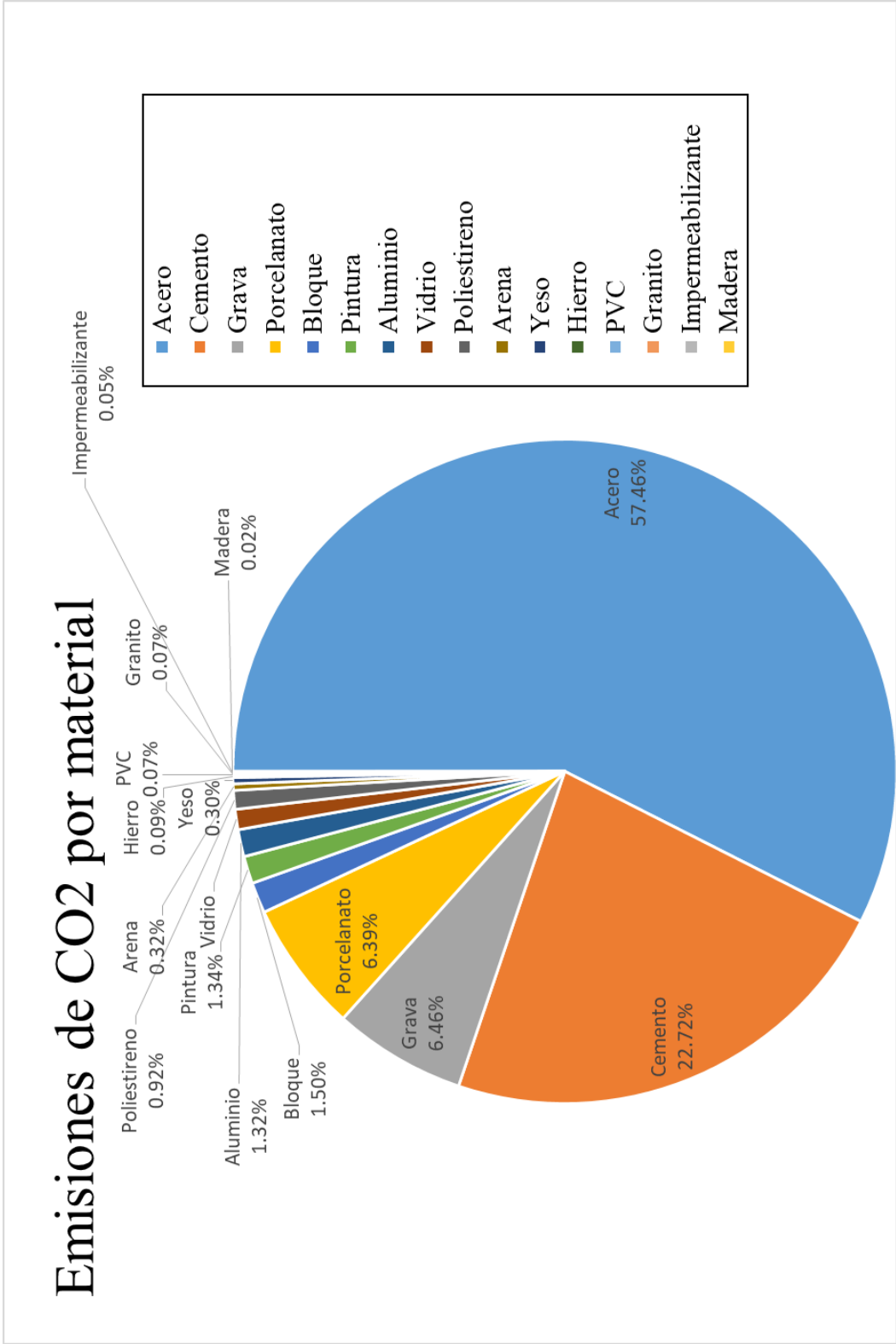


Ilustración 58. Emision de CO2 por material.

Autor: Esteban Naranjo Rea

Análisis Actual

En base a los cálculos y estudios realizados se puede llegar a las siguientes premisas del estado actual de la edificación:

Entre los materiales que presentan un mayor factor de emisión en base a la Tabla N°6 tenemos como el más elevado valor del aluminio con $9.16\text{tCO}_2/\text{t-material}$, a continuación el acero con un total de $6.519\text{tCO}_2/\text{t-material}$, después de ellos tenemos los aislantes como el Impermeabilizante utilizado en la cubierta del edificio, con el factor de emisión más alto de $4.45\text{tCO}_2/\text{t-Material}$; le sigue el poliestireno utilizado en los alivianamientos de las diferentes losas de la estructura con un valor de $3.43\text{tCO}_2/\text{t-material}$.

En base a la Tabla N°17 podemos identificar la cantidad de contaminación que produce cada material por medio del producto entre las toneladas de material y su respectivo factor de emisión, y esto nos ayudará posteriormente a reducir la cantidad de materiales contaminantes en la búsqueda de nuestra alternativa de solución más ecológica en una primera instancia.

El material más contaminante es el acero con un total del 57%, el cual corresponde al acero utilizado en elementos estructurales, mallas electro soldadas, divisiones de baños e inodoros, pasamanos y tuberías de agua caliente. A continuación tenemos el cemento con un 22.72%, la grava con un 6.46% y el porcelanato con un 6.39%. Entre ellos también tenemos el poliestireno, donde puede ser una propuesta de solución a la reducción de dióxido de carbono.

Con ayuda de estas estimaciones podemos reducir la cantidad de CO₂ en los elementos no estructurales o incluso en los acabados de la edificación.

3.3.Propuesta de mejora.

Nueva huella de carbono

Para la propuesta de mejora se tomaron en cuenta los siguientes análisis:

- Eliminación de los alivianamientos de poliestireno utilizados en las losas de la estructura siendo estos reemplazados por casetones modulares reutilizables como alternativa más ecológica. Una vez eliminados los alivianamientos se reducirá tanto el peso de la losa así como las toneladas de dióxido de carbono del edificio.
- Eliminación de cerámica en los pisos a excepción de los baños. Se propone la colocación de pisos y barrederas de madera, debido a que el factor de emisión de la madera es mucho menor que el de la cerámica y de igual manera se reducirá el adicional a la carga muerta en losas de nuestra estructura.
- Se propone reemplazar el aluminio utilizado en la perfilería de las ventanas por perfiles de PVC. El aluminio presenta un factor de emisión demasiado alto y este cambio ayudará a reducir en gran medida la contaminación existente.
- Se propone cambiar las divisiones de acero inoxidable de los inodoros por granito, reduciendo de esta forma la cantidad de acero y la contaminación del mismo, de igual manera el granito presenta un factor de emisión menor que el acero.
- Reemplazar las divisiones de acero de los baños por divisiones de madera.

Tomando en cuenta estas propuestas se realizaron los cambios en la Tabla N°16 Factores de emisión por rubro, y se presenta los cambios en los materiales:

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----------|---|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Hormigón simple. Replanteo f'c=180kg/cm2 | m3 | 31.15 | | | | | 6.58 |
| | | | | Cemento | 5.170 | 0.8800 | 4.55 | |
| | | | | Arena | 14.422 | 0.0051 | 0.07 | |
| | | | | Grava | 24.816 | 0.0790 | 1.96 | |
| 2 | Hormigón ciclópeo. F'c=210 kg/cm2 en cimientos | m3 | 19.65 | | | | | 4.56 |
| | | | | Cemento | 3.717 | 0.8800 | 3.27 | |
| | | | | Arena | 8.577 | 0.0051 | 0.04 | |
| | | | | Grava | 15.787 | 0.0790 | 1.25 | |
| 3 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en plintos | m3 | 191.10 | | | | | 49.41 |
| | | | | Cemento | 43.729 | 0.8800 | 38.48 | |
| | | | | Arena | 98.045 | 0.0051 | 0.50 | |
| | | | | Grava | 132.062 | 0.0790 | 10.43 | |
| 4 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en cadenas (inc. Encofrado) | m3 | 24.49 | | | | | 6.33 |

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----------|---|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| | | | | Cemento | 5.604 | 0.8800 | 4.93 | |
| | | | | Arena | 12.565 | 0.0051 | 0.06 | |
| | | | | Grava | 16.924 | 0.0790 | 1.34 | |
| 5 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en muro perimetral (inc. Encofrado) | m3 | 68.40 | | | | | 15.88 |
| | | | | Cemento | 12.939 | 0.8800 | 11.39 | |
| | | | | Arena | 29.857 | 0.0051 | 0.15 | |
| | | | | Grava | 54.952 | 0.0790 | 4.34 | |
| 6 | Hormigón simple f'c=210kg/cm2 en contrapiso (inc. Encofrado) | m2 | 447.66 | | | | | 103.93 |
| | | | | Cemento | 84.684 | 0.8800 | 74.52 | |
| | | | | Arena | 195.409 | 0.0051 | 1.00 | |
| | | | | Grava | 359.644 | 0.0790 | 28.41 | |
| 7 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en columnas (inc. Encofrado) | m3 | 165.30 | | | | | 42.74 |
| | | | | Cemento | 37.825 | 0.8800 | 33.29 | |
| | | | | Arena | 84.808 | 0.0051 | 0.43 | |

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|-----------|--|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| | | | | Grava | 114.232 | 0.0790 | 9.02 | |
| 8 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en losas (inc. Encofrado) | m3 | 392.34 | | | | | 101.45 |
| | | | | Cemento | 89.778 | 0.8800 | 79.01 | |
| | | | | Arena | 201.293 | 0.0051 | 1.03 | |
| | | | | Grava | 271.131 | 0.0790 | 21.42 | |
| 9 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en vigas (inc. Encofrado) | m3 | 163.93 | | | | | 42.39 |
| | | | | Cemento | 37.512 | 0.8800 | 33.01 | |
| | | | | Arena | 84.105 | 0.0051 | 0.43 | |
| | | | | Grava | 113.286 | 0.0790 | 8.95 | |
| 10 | Hormigón simple f'c=240kg/cm2 en gradas (inc. Encofrado) | m3 | 20.70 | | | | | 5.35 |
| | | | | Cemento | 4.737 | 0.8800 | 4.17 | |
| | | | | Arena | 10.620 | 0.0051 | 0.05 | |
| | | | | Grava | 14.305 | 0.0790 | 1.13 | |

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|---|--------|-----------|-------------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 11 | Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2 | kg | 111767.77 | Acero | 111.768 | 6.5190 | 728.61 | 728.61 |
| 12 | Malla electrosoldada 8x15x15 | m2 | 507.57 | Acero | 2.685 | 6.5190 | 17.50 | 17.50 |
| 13 | Alivianamientos de 50 por 50 por 20 | u | 0.00 | Poliestireno | 0.000 | 3.4300 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | Alivianamientos de 50x25x20 | u | 0.00 | Poliestireno | 0.000 | 3.4300 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | Mampostería de bloque macizo 12cm | m2 | 1826.34 | Bloque | 262.536 | 0.0780 | 20.48 | 20.48 |
| 16 | Enlucido vertical | m2 | 4588.90 | | | | | 10.09 |
| | | | | Cemento | 11.169 | 0.8800 | 9.83 | |
| | | | | Arena | 50.542 | 0.0051 | 0.26 | |
| 17 | Alisado y masillado de losa de cubierta con impermeabilizante | m2 | 481.69 | | | | | 3.31 |
| | | | | Cemento | 2.922 | 0.8800 | 2.57 | |
| | | | | Arena | 9.961 | 0.0051 | 0.05 | |
| | | | | Impermeabilizante | 0.154 | 4.4500 | 0.69 | |

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|--|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 18 | Enlucido en fillos de ventanas y puertas | m | 441.24 | | | | | 0.15 |
| | | | | Cemento | 0.161 | 0.8800 | 0.14 | |
| | | | | Arena | 0.729 | 0.0051 | 0.00 | |
| 19 | Dinteles 0.10x0.15m | m | 179.20 | | | | | 6.47 |
| | | | | Cemento | 0.615 | 0.8800 | 0.54 | |
| | | | | Arena | 1.379 | 0.0051 | 0.01 | |
| | | | | Grava | 1.858 | 0.0790 | 0.15 | |
| | | | | Acero | 0.886 | 6.5190 | 5.77 | |
| 20 | Alisado y masillado de pisos | m2 | 2043.42 | | | | | 11.30 |
| | | | | Cemento | 12.587 | 0.8800 | 11.08 | |
| | | | | Arena | 42.911 | 0.0051 | 0.22 | |
| 21 | Pisos de madera | m2 | 1975.02 | Madera | 19.750 | 0.3100 | 6.12 | 6.12 |
| 22 | Barredera de madera h=8cm | m | 960.82 | Madera | 0.769 | 0.3100 | 0.24 | 0.24 |
| 23 | Cerámica en baños | m2 | 444.34 | Cerámica | 22.217 | 0.7000 | 15.55 | 15.55 |
| 24 | Pasamano h=90cm | m | 28.48 | Acero | 1.291 | 6.5190 | 8.41 | 8.41 |

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|--|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| 25 | Pasteado interior | m2 | 2421.30 | Yeso | 4.540 | 0.1300 | 0.59 | 0.59 |
| 26 | Pasteado exterior | m2 | 1055.19 | Yeso | 1.978 | 0.1300 | 0.26 | 0.26 |
| 27 | Pintura interior | m2 | 2431.80 | Pintura | 4.377 | 2.9100 | 12.74 | 12.74 |
| 28 | Pintura exterior | m2 | 1055.19 | Pintura | 1.899 | 2.9100 | 5.53 | 5.53 |
| 29 | Gypsum de 12mm interior (inc. Estructura metálica, pasteado y pintura) | m2 | 1694.15 | Yeso | 25.412 | 0.1300 | 3.30 | 3.3035925 |
| 30 | Puerta de madera taborada 100*210 | u | 14.00 | | | | | 0.35 |
| | | | | Madera | 0.809 | 0.3100 | 0.25 | |
| | | | | Vidrio | 0.105 | 0.9100 | 0.10 | |
| 31 | Mampara y puerta de aluminio y vidrio 10mm templado ingreso | m2 | 11.16 | Vidrio | 0.279 | 0.9100 | 0.25 | 0.25 |
| 32 | Puerta metálica 140*210 | u | 1.00 | Hierro | 0.576 | 2.0300 | 1.17 | 1.17 |
| 33 | Ventanas de PVC y vidrio templado 6mm | m2 | 576.69 | | | | | 16.37 |
| | | | | Vidrio | 14.417 | 0.9100 | 13.12 | |

Tabla 17. Propuesta de reducción de CO2

| No | Rubro | Unidad | Cantidad | Materiales | Material (ton) | FACTOR DE EMISIÓN (tco2/tmaterial) | SubTotal (tCO2) | Total (tCO2) |
|----|---|--------|----------|------------|----------------|------------------------------------|-----------------|--------------|
| | | | | PVC | 1.007 | 3.2300 | 3.25 | |
| 34 | División de Granito en inodoros | u | 10.00 | Granito | 0.179 | 0.7000 | 0.13 | 0.13 |
| 35 | División de baños, incluye puertas | m2 | 119.26 | Madera | 1.491 | 0.3100 | 0.46 | 0.46 |
| 36 | Mesón de granito | m | 30.79 | Granito | 1.345 | 0.7000 | 0.94 | 0.94 |
| 37 | SI tubería PVC roscable diam. 63mm | m | 155.42 | PVC | 0.225 | 3.2300 | 0.73 | 0.73 |
| 38 | SI. Tubería PVC roscable diam 50mm | m | 71.30 | PVC | 0.071 | 3.2300 | 0.23 | 0.23 |
| 39 | SI tubería de acero inoxidable 2 1/2 hidrinox | m | 97.15 | Acero | 0.227 | 6.5190 | 1.48 | 1.48 |
| 40 | SI tubería de acero inoxidable 1 1/2 | m | 1.73 | Acero | 0.002 | 6.5190 | 0.01 | 0.01 |
| | | | | | | | TOTAL | 1251.40 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Resumen de materiales

En base a las modificaciones obtenidas se consiguieron los siguientes resultados.

Tabla 18. Toneladas de CO2 por material de la Propuesta

| MATERIALES | CANTIDAD (TON) | FACTOR DE EMISIÓN (tCO2e/tmaterial) | PRODUCTO (tCO2) | PORCENTAJE (%) |
|--------------------------|-----------------------|--|------------------------|-----------------------|
| Acero | 116.86 | 6.51900 | 761.798 | 60.88 |
| Cemento | 353.15 | 0.88000 | 310.772 | 24.83 |
| Grava | 1119.00 | 0.07900 | 88.401 | 7.06 |
| Bloque | 262.54 | 0.07800 | 20.478 | 1.64 |
| Pintura | 6.28 | 2.91000 | 18.265 | 1.46 |
| Porcelanato | 22.22 | 0.70000 | 15.552 | 1.24 |
| Vidrio | 14.80 | 0.91000 | 13.469 | 1.08 |
| Madera | 22.82 | 0.31000 | 7.074 | 0.57 |
| Arena | 845.22 | 0.00510 | 4.311 | 0.34 |
| PVC | 1.30 | 3.23000 | 4.210 | 0.34 |
| Yeso | 31.93 | 0.13000 | 4.151 | 0.33 |
| Hierro | 0.58 | 2.03000 | 1.170 | 0.09 |
| Granito | 1.40 | 0.70000 | 0.980 | 0.08 |
| Impermeabilizante | 0.15 | 4.45000 | 0.687 | 0.05 |
| Poliestireno | 0.00 | 3.43000 | 0.000 | 0.00 |
| Aluminio | | 9.16000 | 0.000 | 0.00 |
| TOTAL | | | 1251.40 | 100.00 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Propuesta. Emisiones de CO2 por material

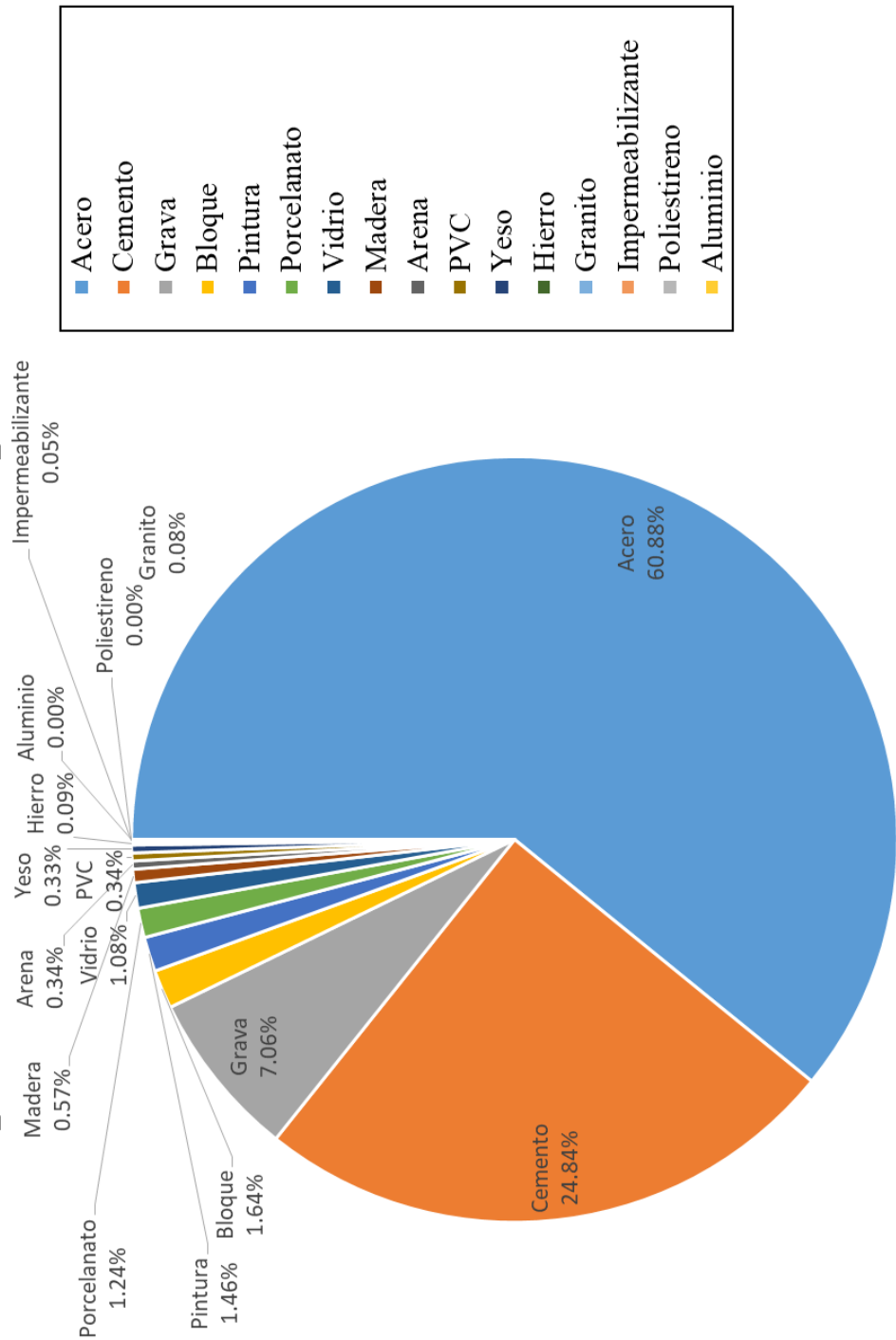


Ilustración 59. Propuesta de reducción.

Autor: Esteban Naranjo Rea

Modelo Estructural de la propuesta

Adicional de carga muerta sobre el tablero

Realizamos cambios en las cargas aplicadas al tablero, eliminando las cargas de los alivianamientos y reemplazando la carga en los acabados por la madera como se muestra a continuación:

Tabla 19. Adicional de carga muerta en la losa de la propuesta.

| Losa entre pisos | | | | | | |
|---------------------------|---------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------------------|------------------|
| Elemento | Unidad | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m3] | Peso [Kg] |
| Alivianamientos | | | | | | |
| Masillado | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Enlucido | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Acabados | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 500.00 | 12.50 |
| Peso en Kg por m2 | | | | | | 107.50 |
| Losa entre terraza | | | | | | |
| Elemento | Unidad | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m3] | Peso [Kg] |
| Alivianamientos | | | | | | |
| Masillado | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Enlucido | | 1.00 | 1.00 | 0.03 | 1900.00 | 47.50 |
| Peso en Kg por m2 | | | | | | 95.00 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Chequeos para el análisis dinámico.

Primer Chequeo: Calibración del periodo de vibración.

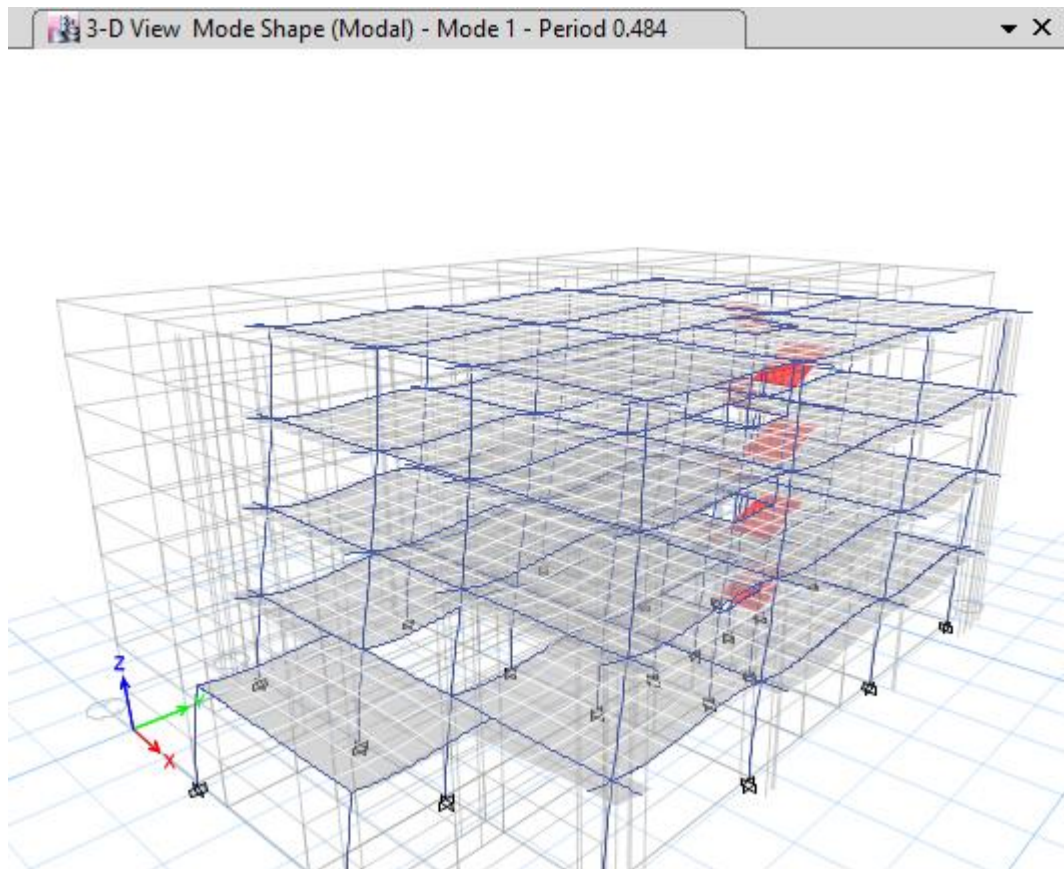
Se debe constatar que el periodo en el primer modo de vibración sea mayor al periodo obtenido por la fórmula expresada en la NEC y menor al 1.3T.

$$T1 = Ct * Hn^\alpha = 0.055 * 12.96^{0.75} = 0.3756$$

$$1.3 * T1 = 0.488$$

$$T2 = 0.484$$

$$T1 < T2 < 1.3T1. (SI CUMPLE)$$



Segundo Chequeo: Modos traslacionales y rotacionales

Se debe asegurar que los dos primeros modos de vibración sean traslacionales y el tercero sea rotacional. Si los valores en porcentajes son menores al 30% se trata de un modo de vibración traslacional, si es mayor hablamos de un modo de vibración rotacional. Como podemos admirar en la tabla si cumple el chequeo en los 3 casos.

Tabla 20. Segundo Chequeo

| Case | Mode | Period | Sum UX | Sum UY | RX | RY | Resultados |
|--------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Modal | 1 | 0.484 | 0.002 | 0.8226 | 0.1973 | 0.0004 | 0.43% |
| Modal | 2 | 0.474 | 0.7933 | 0.8256 | 0.0005 | 0.2017 | 2.48% |
| Modal | 3 | 0.407 | 0.8228 | 0.8285 | 0.0002 | 0.0027 | 93.88% |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Tercer Chequeo: Acumulación de masas

En este chequeo debemos ver la acumulación de masas, en este caso nos queda acumulado el 90% de masa en ambas direcciones en el quinto modo de vibración entonces SI CUMPLE.

Tabla 21. Acumulación de Masas

| Case | Mode | Period | Sum UX | Sum UY | Sum UZ | Sum RX | Sum RY | Sum RZ |
|--------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Modal | 1 | 0.484 | 0.20% | 82.26% | 0 | 0.1973 | 0.0004 | 0.0035 |
| Modal | 2 | 0.474 | 79.33% | 82.56% | 0 | 0.1978 | 0.2022 | 0.024 |
| Modal | 3 | 0.407 | 82.28% | 82.85% | 0 | 0.1981 | 0.2048 | 0.8019 |
| Modal | 4 | 0.143 | 82.30% | 94.08% | 0 | 0.8346 | 0.2054 | 0.802 |
| Modal | 5 | 0.138 | 93.75% | 94.11% | 0 | 0.8353 | 0.8252 | 0.8035 |

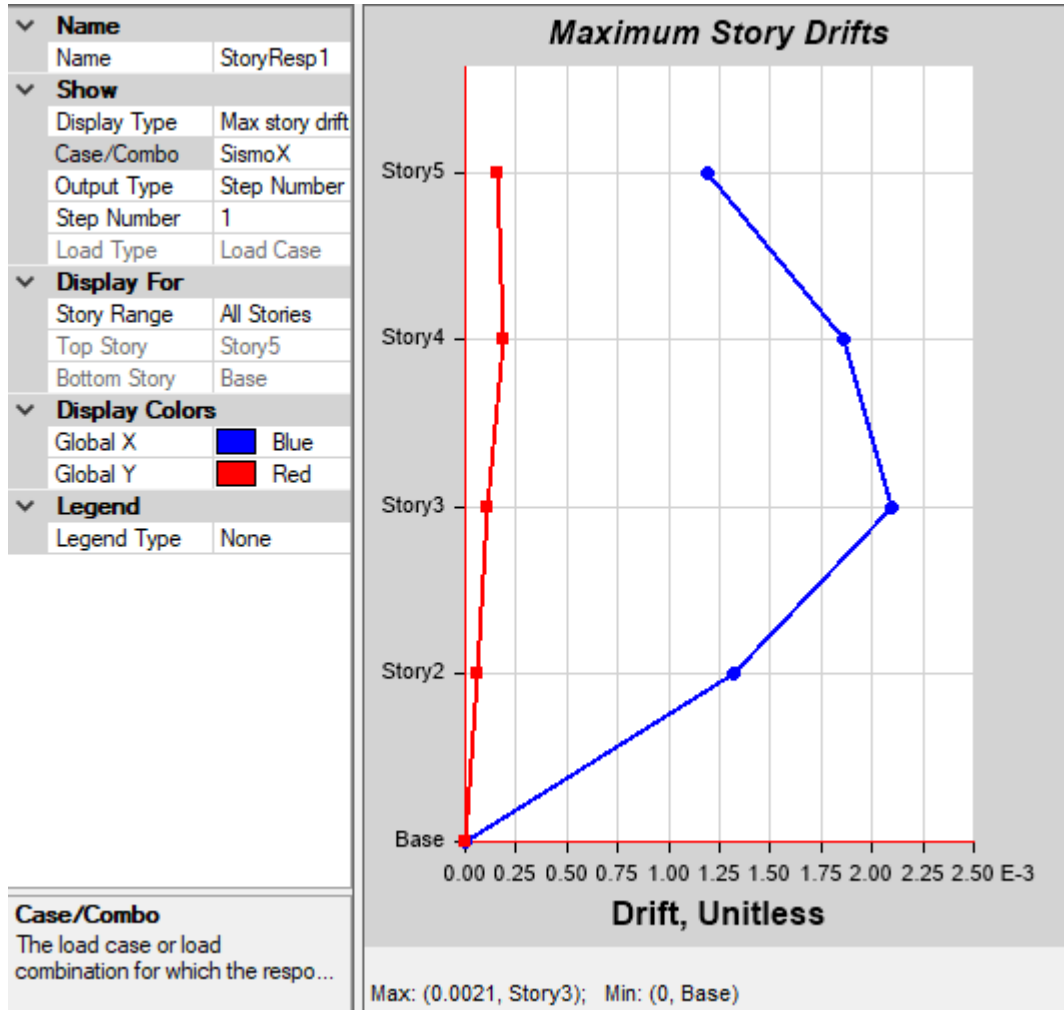
Autor: Esteban Naranjo Rea

Cuarto Chequeo: Deriva Inelástica:

Para la deriva inelástica debemos asegurarnos que esta sea menor al 2% con la siguiente fórmula obtenida de la NEC2015:

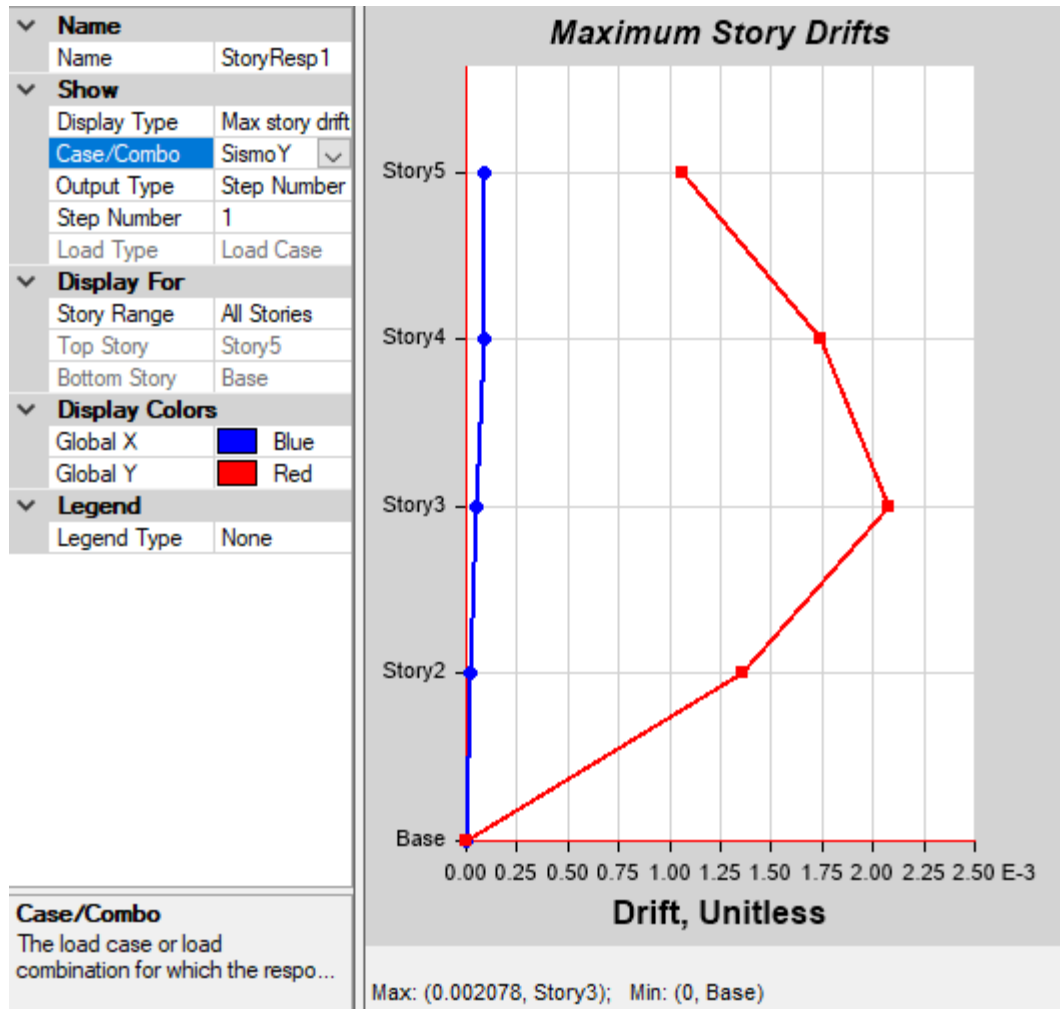
$$\Delta = 0.75 * R * \Delta_{elástica}$$

Sentido X



$$\Delta = 0.75 * 8 * 0.0021 = 1.26\% \text{ (SI CUMPLE)}$$

Sentido Y



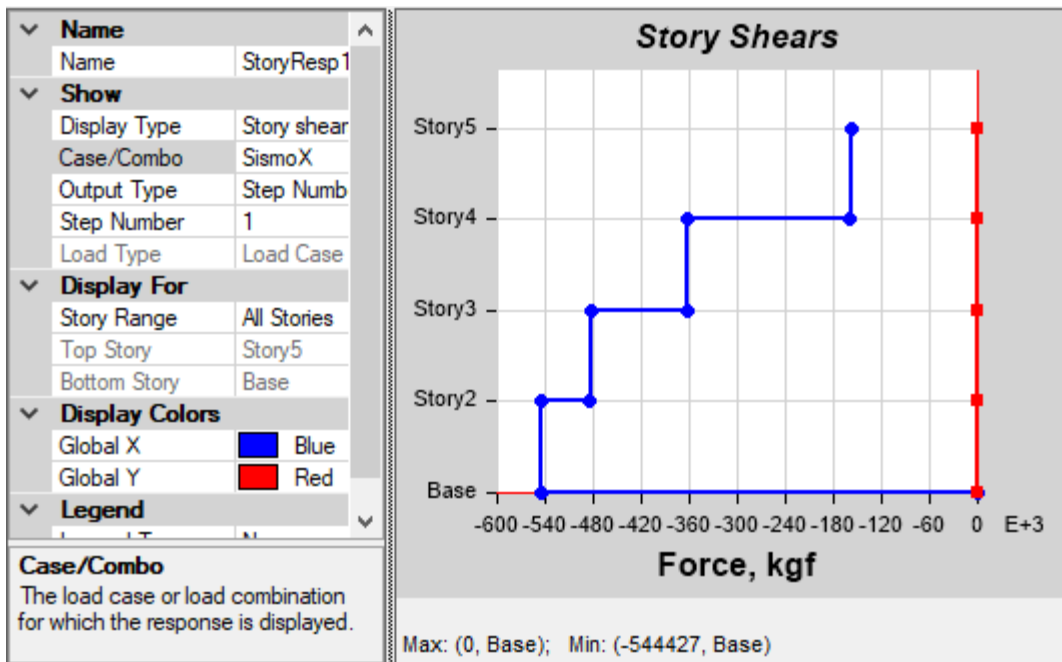
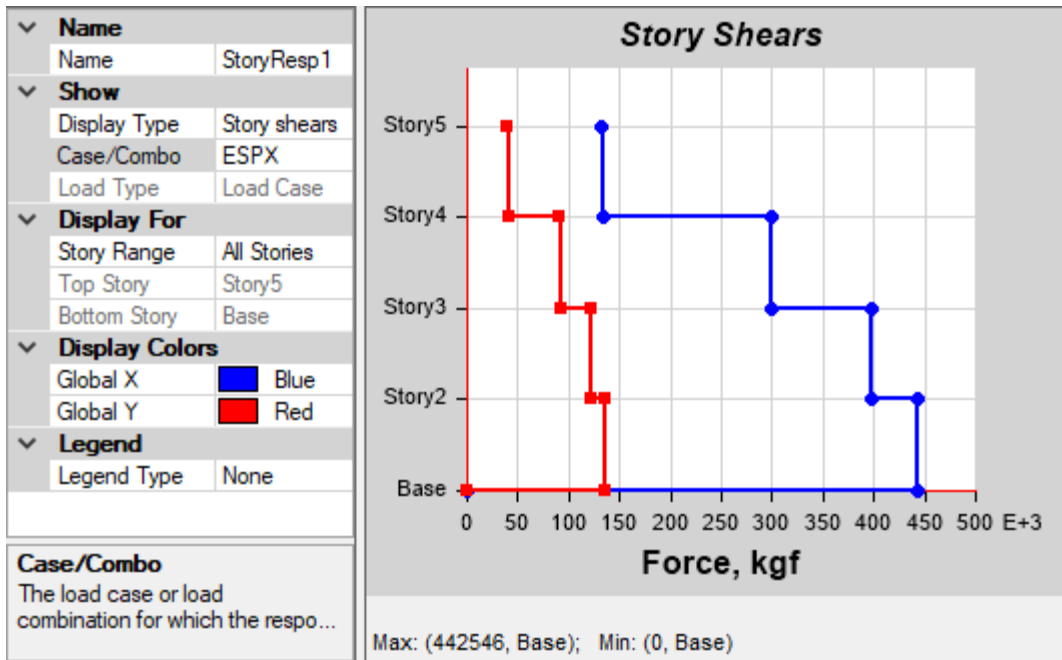
$$\Delta = 0.75 * 8 * 0.002078 = 1.24\% \text{ (SI CUMPLE)}$$

Quinto Chequeo: Validación del Análisis dinámico

Se debe verificar que el cortante basal dinámico sea mayor o igual al 80% del cortante basal estático con la siguiente fórmula:

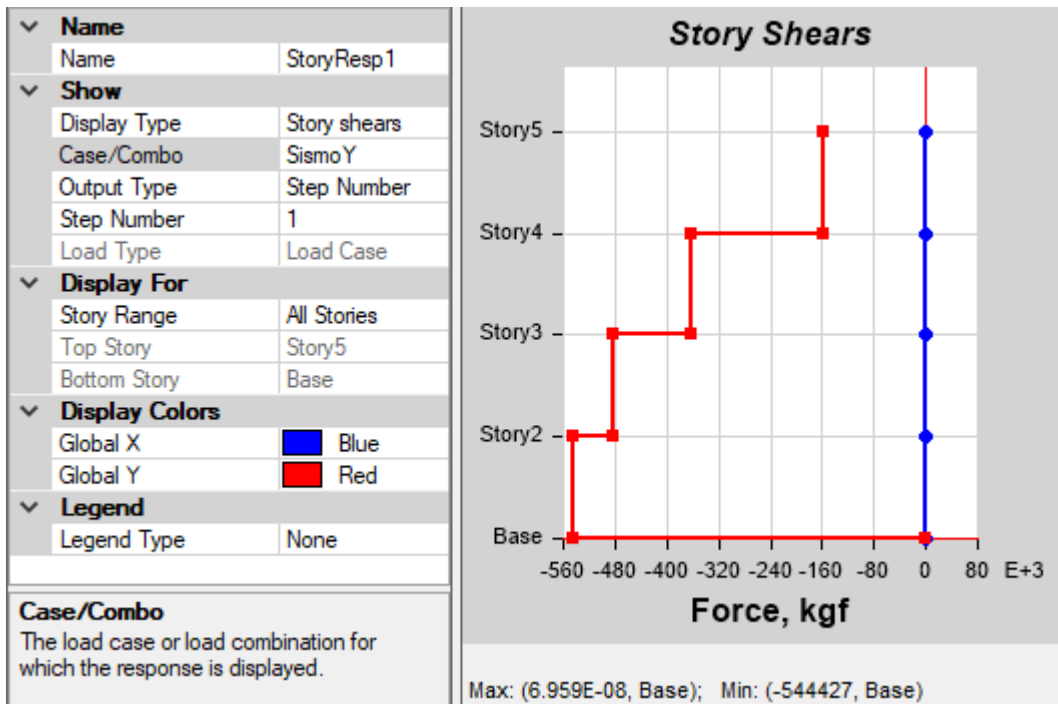
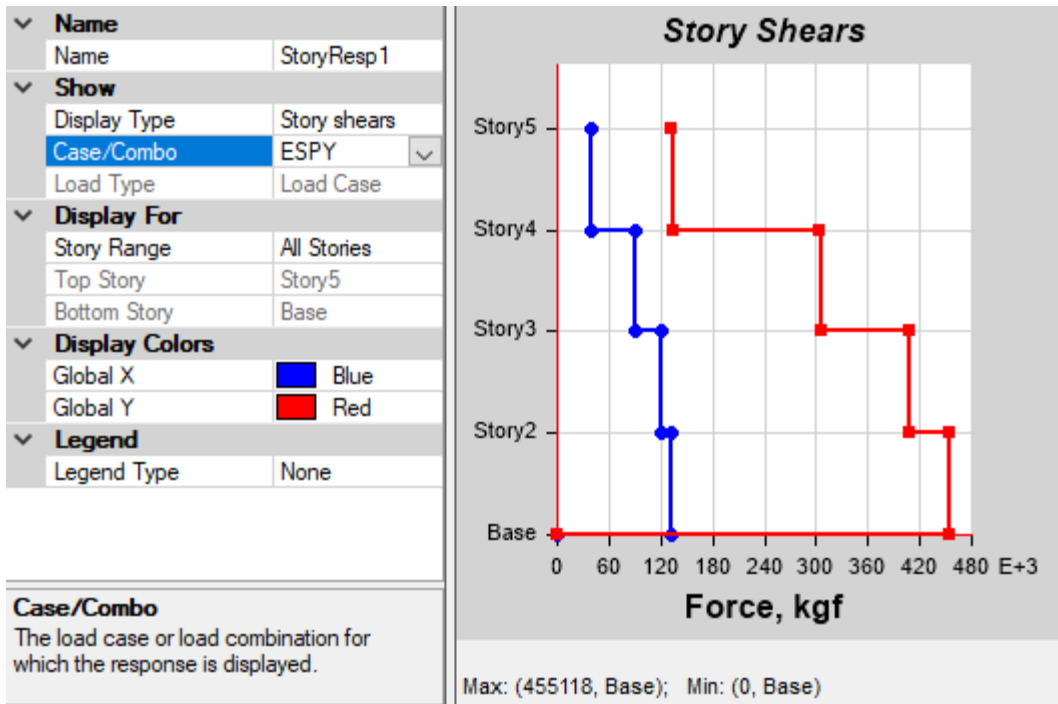
$$\frac{V_{din}}{V_{est}} * 100 \geq 80\%$$

Sentido X



$$\frac{442546kg}{544427kg} * 100 = 81.28\% (SI CUMPLE)$$

Sentido Y



$$\frac{455118 \text{ kg}}{544427 \text{ kg}} * 100 = 83.59\% \text{ (SI CUMPLE)}$$

3.4. Análisis Antes y Después

Tabla 22. Tabla comparativa de emisiones de CO2

| MODELO INICIAL | | | | | PROPUESTA FINAL | | | | |
|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----------------|----------------|
| MATERIALES | CANTIDAD (TON) | FACTOR DE EMISIÓN (tCO2e/ tmaterial) | PRODUCTO (tCO2) | PORCENTAJE (%) | MATERIALES | CANTIDAD (TON) | FACTOR DE EMISIÓN (tCO2e/ tmaterial) | PRODUCTO (tCO2) | PORCENTAJE (%) |
| Acero | 120.56 | 6.51900 | 785.942 | 57.46 | Acero | 116.86 | 6.51900 | 761.798 | 60.88 |
| Cemento | 353.15 | 0.88000 | 310.772 | 22.72 | Cemento | 353.15 | 0.88000 | 310.772 | 24.83 |
| Grava | 1119.00 | 0.07900 | 88.401 | 6.46 | Grava | 1119.00 | 0.07900 | 88.401 | 7.06 |
| Porcelanato | 124.81 | 0.70000 | 87.368 | 6.39 | Bloque | 262.54 | 0.07800 | 20.478 | 1.64 |
| Bloque | 262.54 | 0.07800 | 20.478 | 1.50 | Pintura | 6.28 | 2.91000 | 18.265 | 1.46 |
| Pintura | 6.28 | 2.91000 | 18.265 | 1.34 | Porcelanato | 22.22 | 0.70000 | 15.552 | 1.24 |
| Aluminio | 1.97 | 9.16000 | 18.043 | 1.32 | Vidrio | 14.80 | 0.91000 | 13.469 | 1.08 |
| Vidrio | 14.80 | 0.91000 | 13.469 | 0.98 | Madera | 22.82 | 0.31000 | 7.074 | 0.57 |
| Poliestireno | 3.65 | 3.43000 | 12.534 | 0.92 | Arena | 845.22 | 0.00510 | 4.311 | 0.34 |
| Arena | 845.22 | 0.00510 | 4.311 | 0.32 | PVC | 1.30 | 3.23000 | 4.210 | 0.34 |
| Yeso | 31.93 | 0.13000 | 4.151 | 0.30 | Yeso | 31.93 | 0.13000 | 4.151 | 0.33 |
| Hierro | 0.58 | 2.03000 | 1.170 | 0.09 | Hierro | 0.58 | 2.03000 | 1.170 | 0.09 |
| PVC | 0.30 | 3.23000 | 0.958 | 0.07 | Granito | 1.40 | 0.70000 | 0.980 | 0.08 |
| Granito | 1.34 | 0.70000 | 0.941 | 0.07 | Impermeabilizante | 0.15 | 4.45000 | 0.687 | 0.05 |
| Impermeabilizante | 0.15 | 4.45000 | 0.687 | 0.05 | Poliestireno | 0.00 | 3.43000 | 0.000 | 0.00 |
| Madera | 0.81 | 0.31000 | 0.251 | 0.02 | Aluminio | | 9.16000 | 0.000 | 0.00 |
| TOTAL | | | 1367.74 | 100.00 | TOTAL | | | 1251.40 | 100.00 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

Emisiones totales por material

En la anterior tabla podemos realizar una comparativa más a fondo de los resultados obtenidos en la propuesta y como estos han variado en relación al modelo original. Primeramente se eliminó el poliestireno, utilizado en los rubros N°13 y N°14, en la propuesta de disminución, consiguiendo así una reducción en el adicional de carga muerta y en la cantidad de CO2 emitido, ayudando así a reducir en gran medida la contaminación del edificio. Se redujo su contaminación en este material en un 100%.

Se redujo la cantidad de acero utilizado en los rubros N°34 y N°35 que corresponden a las divisiones de acero inoxidable en urinarios y baños, cambiándolos por granito y madera respectivamente. Se redujo la contaminación en un 3.06%.

Se redujo en gran proporción el porcelanato utilizado en los rubros N°21 y N°22 para que estos sean reemplazados por madera, un material más ligero para la estructura y que posee un factor de emisión mucho menor que la cerámica. Esto ayuda a reducir la contaminación del edificio. La contaminación por el porcelanato se redujo en un 82.20%.

De igual manera se eliminó el aluminio utilizado como perfilaría de ventanas que se muestra en el rubro N°33 y reemplazándolo por perfilaría de PVC un material que posee un factor de emisión mucho menor que el aluminio. De esta manera no va a existir muchas diferencia en el peso pero si en la contaminación emitida. Se redujo la contaminación por aluminio en un 100%.

Inicialmente la emisión total de dióxido de carbono de nuestro edificio es de 1367.74 toneladas; después de realizar la propuesta de disminución se consiguió un total de 1251.40 toneladas de dióxido de carbono, lo cual evidencia una disminución en las emisiones de CO2; en porcentajes la contaminación ha sido disminuida en un 8.50%.

Variantes en las emisiones de CO2 por rubros.

Tabla 23. Tabla comparativa en la reducción de CO2 por rubros.

| MODELO INICIAL | | | PROPUESTA DE REDUCCIÓN | | |
|----------------|--|--------------|------------------------|---------------------------------------|--------------|
| No | Rubro | Total (tCO2) | No | Rubro | Total (tCO2) |
| 13 | alivianamientos de 50 por 50 por 20 | 11.79 | 13 | alivianamientos de 50 por 50 por 20 | 0.00 |
| 14 | alivianamientos de 50x25x20 | 0.74 | 14 | alivianamientos de 50x25x20 | 0.00 |
| 21 | pisos de porcelanato | 69.13 | 21 | pisos de madera | 6.12 |
| 22 | barredera de porcelanato h=8cm | 2.69 | 22 | barredera de madera h=8cm | 0.24 |
| 33 | Ventanas de aluminio y vidrio templado 6mm | 31.16 | 33 | Ventanas de PVC y vidrio templado 6mm | 16.37 |
| 34 | división de acero inoxidable de inodoros | 3.15 | 34 | división de granito de inodoros | 0.13 |
| 35 | División de baños, incluye puertas | 20.99 | 35 | División de baños, incluye puertas | 0.46 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

En la tabla podemos ver como se redujeron los valores de contaminación por rubros. Los rubros correspondientes a alivianamientos disminuyeron en un 100% al eliminarlos y proponer la utilización de alivianamientos modulares reutilizables. El rubro N°21 correspondiente a pisos de porcelanato redujo su contaminación en un 91.14% al proponer la utilización de pisos de madera.

El rubro N°22 de barrederas de porcelanato redujo su contaminación en un 91.07% al proponer la utilización de madera.

El rubro N°33 correspondiente a ventanas con perfilería de aluminio redujo su contaminación en un 47.46% al proponer la utilización de perfilería de PVC.

El rubro N°34 correspondiente a divisiones de acero inoxidable para inodoros redujo su contaminación en un 95.87% al proponer la utilización de divisiones de granito

El rubro N°35 correspondiente a las divisiones en baños de acero inoxidable redujo su contaminación en un 97.80% al utilizar divisiones de madera.

Variantes en los modelados estructurales.

Los modelos estructurales de la condición inicial y la condición final presentan cambios evidenciados en sus tablas, sin embargo ambos modelos cumplen con los chequeos propuestos por la NEC.

Tabla 24. Relación en el cambio de adicional de carga muerta en losas

| | MODELO INICIAL | | | | | PROPUESTA FINAL | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------|-------------|-------------------------|-----------|------------------------|-----------|-------------|-------------------------|-----------|
| LOSA ENTRE PISOS | | | | | | | | | | |
| Elemento | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m3] | Peso [Kg] | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m3] | Peso [Kg] |
| Alivianamientos | | | | | 3.24 | | | | | |
| Masillado | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 |
| Enlucido | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 |
| Acabados | 1 | 1 | 0.03 | 2400 | 60 | 1 | 1 | 0.03 | 500 | 12.5 |
| Peso en Kg por m2 | | | | | 158.2 | | | | | 107.5 |
| LOSA ENTRE TERRAZA | | | | | | | | | | |
| Elemento | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m3] | Peso [Kg] | Largo [m] | Ancho [m] | Espesor [m] | Peso Específico [Kg/m3] | Peso [Kg] |
| Alivianamientos | | | | | 3.24 | | | | | |
| Masillado | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 |
| Enlucido | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 | 1 | 1 | 0.03 | 1900 | 47.5 |
| Peso en Kg por m2 | | | | | 98.24 | | | | | 95 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

3.5.Verificación de la hipótesis

Para la verificación de la hipótesis utilizaremos la prueba con observaciones apareadas, un estudio que consiste en el análisis dependiente de dos muestras relacionadas entre sí, en nuestro caso es el antes y el después. [38]

Para realizar este estudio tomaremos las emisiones de dióxido de carbono por material tanto en el modelo inicial y la propuesta de disminución, de esta forma tomaremos los datos obtenidos en las tablas N°15 y N°17; cabe recalcar que tomaremos los rubros correspondientes a elementos no estructurales, los cuales son desde el rubro N°12 al rubro N°40. Procedemos a colocar los rubros y las emisiones de dióxido de carbono en toneladas tanto del modelo inicial (Xi) y la propuesta de reducción (Yi).

Tabla 25. Prueba con observaciones apareadas

| No | Rubro | Xi | Yi | di = Xi-Yi | di - di.Promedio | (di-di.Promedio)^2 |
|----|---|--------|--------|------------|------------------|--------------------|
| 1 | Malla electrosoldada 8x15x15 | 17.504 | 17.504 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 2 | Alivianamientos de 50 por 50 por 20 | 11.792 | 0.000 | 11.792 | 7.781 | 60.540 |
| 3 | Alivianamientos de 50x25x20 | 0.742 | 0.000 | 0.742 | -3.270 | 10.692 |
| 4 | Mampostería de bloque macizo 12cm | 20.478 | 20.478 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 5 | Enlucido vertical | 10.086 | 10.086 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 6 | Alisado y masillado de losa de cubierta con impermeabilizante | 3.309 | 3.309 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 7 | Enlucido en fillos de ventanas y puertas | 0.145 | 0.145 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 8 | Dinteles 0.10x0.15m | 6.470 | 6.470 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 9 | Alisado y macillado de pisos | 11.295 | 11.295 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 10 | Pisos de porcelanato | 69.126 | 6.123 | 63.003 | 58.992 | 3479.998 |

Tabla 25. Prueba con observaciones apareadas

| No | Rubro | Xi | Yi | di = Xi-Yi | di - di.Promedio | (di-di.Promedio)^2 |
|----|--|----------------|----------------|----------------|------------------|--------------------|
| 11 | Barredera de porcelanato h=8cm | 2.690 | 0.238 | 2.452 | -1.560 | 2.432 |
| 12 | Cerámica en baños | 15.552 | 15.552 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 13 | Pasamano h=90cm | 8.413 | 8.413 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 14 | Pasteado interior | 0.590 | 0.590 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 15 | Pasteado exterior | 0.257 | 0.257 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 16 | Pintura interior | 12.738 | 12.738 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 17 | Pintura exterior | 5.527 | 5.527 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 18 | Gypsum de 12mm interior (inc. Estructura metálica, pasteado y pintura) | 3.304 | 3.304 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 19 | Puerta de madera taborada 100*210 | 0.346 | 0.346 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 20 | Mampara y puerta de aluminio y vidrio 10mm templado ingreso | 0.254 | 0.254 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 21 | Puerta metálica 140*210 | 1.170 | 1.170 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 22 | Ventanas de aluminio y vidrio templado 6mm | 31.163 | 16.372 | 14.791 | 10.780 | 116.200 |
| 23 | División de acero inoxidable de inodoros | 3.153 | 0.125 | 3.028 | -0.984 | 0.968 |
| 24 | División de baños, incluye puertas | 20.991 | 0.462 | 20.529 | 16.518 | 272.830 |
| 25 | Mesón de granito | 0.941 | 0.941 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 26 | SI tubería PVC roscable diam. 63mm | 0.728 | 0.728 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 27 | SI. Tubería PVC roscable diam 50mm | 0.230 | 0.230 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 28 | SI tubería de acero inoxidable 2 1/2 hidrinox | 1.482 | 1.482 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| 29 | SI tubería de acero inoxidable 1 1/2 | 0.010 | 0.010 | 0.000 | -4.012 | 16.093 |
| | SUMATORIA | 260.487 | 144.150 | 116.337 | 0.000 | 4297.710 |

Autor: Esteban Naranjo Rea

- Di. promedio

$$di.Promedio = \frac{\sum di}{n}$$

Donde:

di, diferencia para cada par de observaciones

di.promedio, promedio de las diferencias para cada par de observaciones

n, tamaño de la muestra

$$di.promedio = \frac{116.337}{29}$$

$$di.promedio = 4.011$$

- Desviación típica en observaciones apareadas

$$sd = \sqrt{\frac{\sum(di - di.promedio)^2}{n - 1}}$$

Donde:

Sd, desviación típica en observaciones apareadas

di, diferencia para cada par de observaciones

di.promedio, promedio de las diferencias para cada par de observaciones

n, tamaño de la muestra

$$sd = \sqrt{\frac{4297.71}{29 - 1}}$$

$$sd = 12.389$$

- Variante estadística t

$$t = \frac{di.promedio}{\frac{sd}{\sqrt{n - 1}}}$$

Donde:

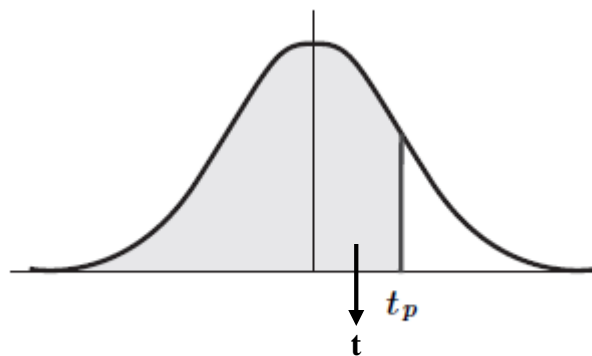
t, variante estadística

$$t = \frac{4.011}{\frac{12.389}{\sqrt{29 - 1}}}$$

$$t = 1.7131$$

Valores límite de la prueba t para un total de grados de libertad $v=n-1$ en un 97.5%

$$t_p = 2.05$$



En base al valor de t obtenido en el cálculo de las observaciones apareadas podemos identificar que el valor de 1.7131 se encuentra dentro del 97.5% de la campana de Gauss, lo cual indica que la disminución de la huella de carbono producida por los elementos no estructurales no es significativa en el total de emisiones de CO₂ en toda la edificación. Se acepta la hipótesis H_0 .

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.Conclusiones

- Se concluye que de los 189 rubros de construcción que presenta el pliego de contratación del Edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato se tomaron en cuenta para nuestro estudio un total de 40 rubros, de los cuales los 11 primeros representan elementos estructurales y del rubro 11 al 40 los acabados.
- En base a la investigación y los cálculos realizados se concluye que la huella de carbono del edificio de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Ambato es de 1367.74 toneladas de dióxido de carbono.
- En base al estudio de la huella de carbono de la situación actual del edificio de Ciencias Básicas se ha podido analizar que los rubros correspondientes a elementos estructurales no son factibles a ser reemplazados. Nuestra propuesta de reducción se centra en el reemplazo de los rubros correspondientes a acabados y materiales no estructurales teniendo una reducción de 116.34 toneladas de dióxido de carbono correspondiente al 8.50% de la totalidad de los gases emitidos.
- En conclusión la propuesta de disminución de huella de carbono del edificio de Ciencias Básicas cumple con todos los chequeos correspondientes al análisis dinámico: Calibración del periodo de vibración, modos traslacionales y rotacionales, acumulación de masas, deriva inelástica y validación del análisis dinámico.
- La disminución de huella de carbono obtenida en elementos no estructurales del edificio de Ciencias Básicas no es significativa en función de la huella de carbono total del edificio, ya que el componente con mayor impacto de contaminación corresponde a los rubros para la fabricación de los elementos estructurales los cuales no pueden ser modificados para el presente proyecto.

4.2.Recomendaciones

- Cambiar los materiales empleados en los elementos estructurales del edificio de Ciencias Básicas por alternativas menos contaminantes, debido a que estos representan un porcentaje significativo en la huella de carbono.
- Utilizar materiales en la construcción de producción local, fomentando la economía interna y disminuyendo en gran medida la contaminación producida por el transporte de materiales tanto a nivel nacional como internacional.
- Utilizar materiales estructurales y no estructurales que permitan la reducción de la huella de carbono en comparación a edificios tradicionales, todo esto previo a su análisis dinámico y estudio estructural.
- Promover la implementación de estudios ambientales para cualquier tipo de edificación, de esta manera se concientizará la contaminación ambiental en el país.
- Diseñar proyectos estructurales en un margen ecológico por medio de la realización de cálculos de huella de carbono tanto en los materiales, el transporte de los mismos y el consecuente consumo energético en la fase de servicio de la edificación.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía

- [1] H. Andrade Castañeda, C. C. Arteaga Céspedes y M. A. Segura Madrigal, «Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia),» Enero 2017. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n1/v18n1a06.pdf>. [Último acceso: 2019 5 17].
- [2] O. M. Mundial, «La OMM confirma que los últimos cuatro años han sido los más cálidos desde que se tienen registros,» Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-omm-confirma-que-los-%C3%BAltimos-cuatro-a%C3%Bl-os-han-sido-los-m%C3%A1s-c%C3%A1lidos>. [Último acceso: 2019 5 17].
- [3] O. M. Mundial, «Los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanzan un nuevo récord,» Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/los-niveles-de-gases-de-efecto-invernadero-en-la-atm%C3%B3sfera-alcanzan-un>. [Último acceso: 2019 5 17].
- [4] A. Pedreño Manresa, «Desarrollo de una aplicación para el cálculo de la huella de carbono en proyectos de construcción,» Septiembre 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4526/tfm446.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 2019 5 17].
- [5] C. PUEBLOS, «Contaminación del aire: Que es, causas, consecuencias y soluciones.,» 23 10 2017. [En línea]. Available: <https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/contaminacion/aire/>. [Último acceso: 1 4 2019].
- [6] J. Gonzales y V. Padilla, Cambio Climático. Material de apoyo para educadores, Quito, 2011.
- [7] G. Ponce García, «¿CÓMO INFLUYEN LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CALENTAMIENTO GLOBAL?,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/gases-efecto-invernadero-influyen-calentamiento-global/>. [Último acceso: 1 4 2019].

- [8] UACH, «Huella de Carbono,» 1 2017. [En línea]. Available: https://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html. [Último acceso: 1 4 2019].
- [9] D. Lazovska, «Los países con las mayores huellas de carbono,» 1 2019. [En línea]. Available: <https://www.expoknews.com/los-paises-con-las-mayores-huellas-de-carbono/>. [Último acceso: 1 4 2019].
- [10] Comercio, «5,1 millones de toneladas de CO₂, en el año,» 6 10 2015. [En línea]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito-produce-millones-dioxido-carbono.html>. [Último acceso: 1 4 2019].
- [11] MAISON, «Huella de Carbono en la construcción,» 17 9 2018. [En línea]. Available: <https://maison-plus.es/huella-carbono-construccion/>. [Último acceso: 1 4 2019].
- [12] P. Hall, *Cities in Civilization: Culture, Innovation and Urban Order*, Institute of Community Studies, University College London .
- [13] R. Patil, V. Patil y K. Lynch, «Theory of Good City Form,» *International Journal of Innovative Research in Science*, pp. 1172-1174, 2016.
- [14] G. Haughton, «Developing sustainable urban,» *Pergamon*, pp. 189-195, 1997.
- [15] S. Majjer, «CONTAMINACIONES EN CIUDADES,» *Dossier*, pp. 66-70, 1991.
- [16] J. M. Maldonado, «Ciudades y contaminación ambiental,» *Revista de ingeniería*, pp. 66-69, 2009.
- [17] I. C. Cruz, «Emisiones de CO₂ en hogares urbanos. El caso,» *ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS Y URBANOS*, pp. 116-144, 2015.
- [18] EPA, «Agencia de Protección Ambiental de los EEUU,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>. [Último acceso: 13 6 2019].
- [19] G. Yanez, «HFC Refrigerantes Hidrofluorocarbonos,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.gildardoyanez.com/refrigerantes/hfc/>. [Último acceso: 14 6 2019].
- [20] E. Martínez Ataz y Y. Díaz de Mera Morales, *Contaminación Atmosférica*, Castilla: Universidad De Castilla La Mancha, 2004.
- [21] E. Campatella, «El CO₂ rompe todos los records y supera las 415ppm,» *Meteored*, 16 5 2019. [En línea]. Available:

<https://www.meteored.com.ar/noticias/actualidad/el-co2-rompe-todos-los-records-y-supera-las-415-ppm.html>. [Último acceso: 17 6 2019].

- [22] C. Español, «Estos son los países de latinoamérica que mas CO2 emiten,» CNN, 8 6 2017. [En línea]. Available: <https://cnnespanol.cnn.com/2017/06/08/estos-son-los-paises-de-america-latina-que-mas-co2-emiten/>. [Último acceso: 17 6 2019].
- [23] B. I. d. Desarrollo, «ESTOS SON LOS PAISES DE AMERICA LATINA QUE MAS CO2 EMITEN,» 8 6 2017. [En línea]. Available: <https://cnnespanol.cnn.com/2017/06/08/estos-son-los-paises-de-america-latina-que-mas-co2-emiten/>. [Último acceso: 15 8 2019].
- [24] B. Mundial, «Contaminación por CO2 en Ecuador,» 2017. [En línea]. Available: <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE>. [Último acceso: 12 7 2019].
- [25] UNAM, «ANALISIS DEL CICLO DE VIDA,» 2012. [En línea]. Available: https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2013/Analisis%20del%20Ciclo%20de%20Vida.pdf. [Último acceso: 2019 8 10].
- [26] I. G. PROGRAM, 2012.
- [27] G. G. Protocol, «Explain of Scope 1, 2 and 3,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.indiaghgp.org/explaining-scope-1-2-3>. [Último acceso: 19 6 2019].
- [28] C. Giordani y D. Leone, «Ingeniería Civil,» Argentina, Universidad Tecnologica Nacional, 2017, pp. 2-4.
- [29] J. Leman, «Damage and implications for seismic design of RC Structural Wall Buildings Earthquake Spectra,» 2012, pp. 281-299.
- [30] O. J. Silva, «Ventajas y usos: Sistemas Duales,» 3 11 2016. [En línea]. Available: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ usos-frecuentes-sistemas-combinado-y-dual>. [Último acceso: 2019 7 3].
- [31] J. A. Polanco y D. Cavia, MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, Bogotá: Departamento de ciencia e ingeniería de terrenos y materiales, 2017.
- [32] M. Martinez, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, Madrid: UNAM, 2018.
- [33] M. F. Vargas y I. Gallegos Pulgarín, «CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR: BIENESTAR, CONFORT Y SALUD,» *Scielo*, 2005.
- [34] U. G. B. Council, «Green Building Leadership is LEED,» 2019. [En línea]. Available: <https://new.usgbc.org/leed>. [Último acceso: 26 08 2019].

- [35] U. G. B. Council, GUÍA DE CONCEPTOS BÁSICOS DE EDIFICIOS VERDES Y LEED, Washington DC: LEED, 2016.
- [36] USGBC, «ABOUT UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL,» 2019. [En línea]. Available: <https://new.usgbc.org/press/about-usgbc>. [Último acceso: 3 9 2019].
- [37] Á. Vigo, Metodología de la investigación bibliográfica para profesionales y estudiantes de las ciencias de la salud., Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 1984.
- [38] C. Martinez Bencardio, Estadística y Muestreo, Bogotá, 2012.

ANEXOS

Tabla 26. Dosificaciones de concreto según su resistencia

| Cantidades (cmt - ar -gr) | Resistencia | | | Cemento (cmt) | Arena mt3 (ar) | Grava mt3 (gr) | Agua Lts (promedio) |
|------------------------------|-------------|------|-----|------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| | kg/cm2 | PSI | Mpa | | | | |
| 1 - 2 - 2 | 280 | 4000 | 27 | 420 | 0,67 | 0,67 | 190 |
| 1 - 2 - 2,5 | 240 | 3555 | 24 | 380 | 0,60 | 0,76 | 180 |
| 1 - 2 - 3 | 226 | 3224 | 22 | 350 | 0,55 | 0,84 | 170 |
| 1 - 2 - 3,5 | 210 | 3000 | 20 | 320 | 0,52 | 0,90 | 170 |
| 1 - 2 - 4 | 200 | 2850 | 19 | 300 | 0,48 | 0,95 | 158 |
| 1 - 2,5 - 4 | 189 | 2700 | 18 | 280 | 0,55 | 0,89 | 158 |
| 1 - 3 - 3 | 168 | 2400 | 16 | 300 | 0,72 | 0,72 | 158 |
| 1 - 3 - 4 | 159 | 2275 | 15 | 260 | 0,63 | 0,83 | 163 |
| 1 - 3 - 5 | 140 | 2000 | 14 | 230 | 0,55 | 0,92 | 148 |
| 1 - 3 - 6 | 119 | 1700 | 12 | 210 | 0,50 | 1,00 | 143 |
| 1 - 4 - 7 | 109 | 1560 | 11 | 175 | 0,55 | 0,98 | 133 |
| 1 - 4 - 8 | 99 | 1420 | 10 | 160 | 0,55 | 1,03 | 125 |

Fuente. Zetola Vargas. Revista de la construcción. Vol 1.

Tabla 27. Dosificaciones de mortero

| TIPO MORTERO | RESIST. p.s.i | MATERIALES | | | | |
|-----------------|------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| | | CEMENTO KG | ARENA M3 | SIKA 1 KG | AGUA LTR | DESPER. |
| 1:2 | 3500 | 610 | 0.97 | | 250 | 5 |
| 1:3 | 3000 | 454 | 1.09 | | 240 | 5 |
| 1:3 IMP. | 2500 | 454 | 1.09 | 24 | 240 | 5 |
| 1:4 | 2000 | 364 | 1.16 | | 220 | 5 |
| 1:4 IMP | 1500 | 364 | 1.16 | 22 | 220 | 5 |

Fuente: Zetola Vargas. Revista de la construcción. Vol 1.

| código | Medidas modulares | Medidas reales | Peso kg. unidad | Peso kg. palet | Unidades M2 | Unidades palet |
|--------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|-------------|----------------|
| B1240 | 12 x 20 x 40 B | 12 x 19 x 39 | 11.5 | 1.500 | 12.5 | 126 |
| B1540 | 15 x 20 x 40 B | 14 x 19 x 39 | 12.5 | 1.400 (G) | 12.5 | 110 (G) |
| B2040 | 20 x 20 x 40 B | 19 x 19 x 39 | 15 | 1.110 | 12.5 | 72 |
| 0106 | 25 x 20 x 40 Q | 24.5 x 19.5 x 39 | 19 | 1.000 | 12.5 | 60 |

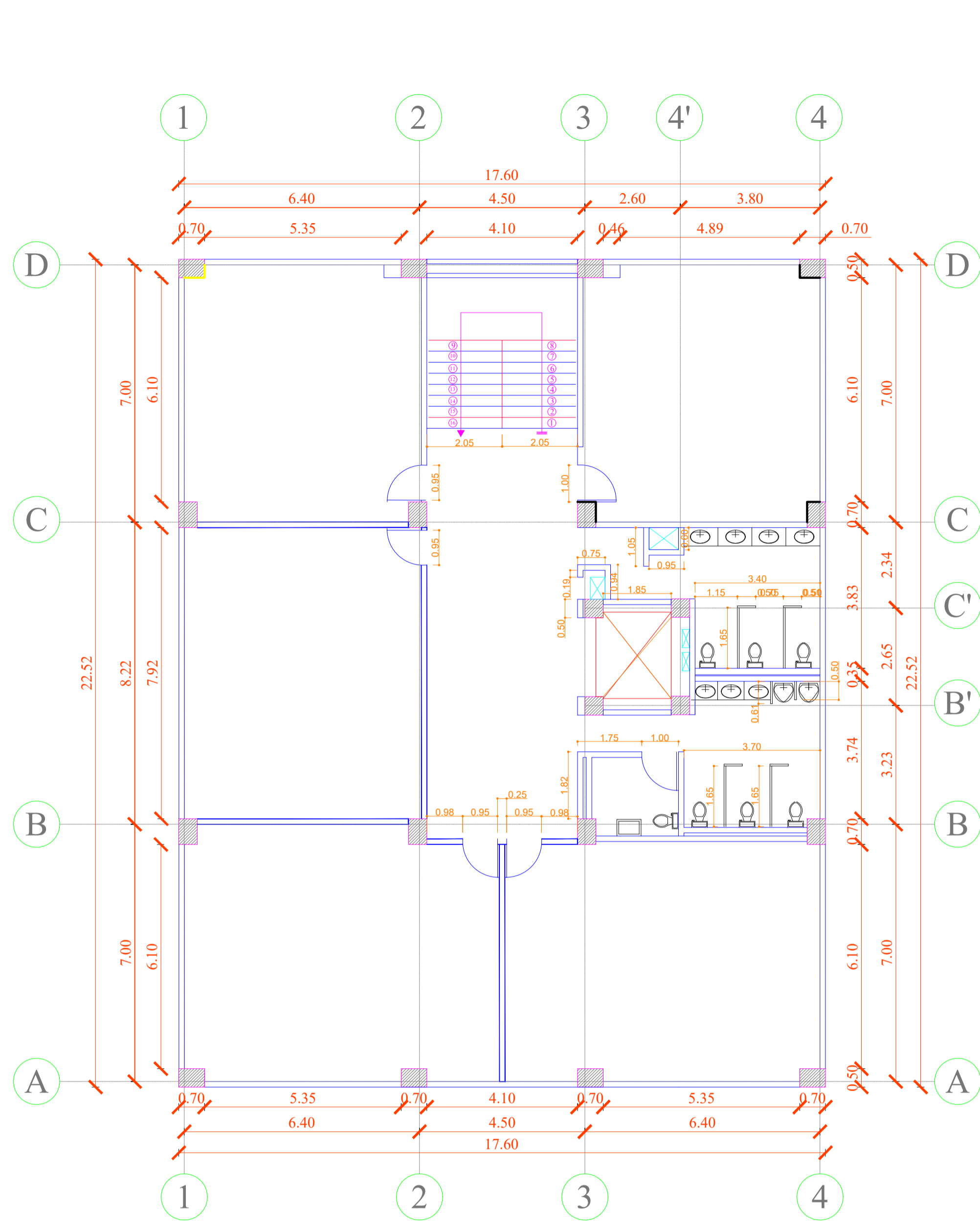


Ilustración 60. Especificaciones Bloque normal serie 40. Fuente: EIROS Prefabricados de Hormigón.

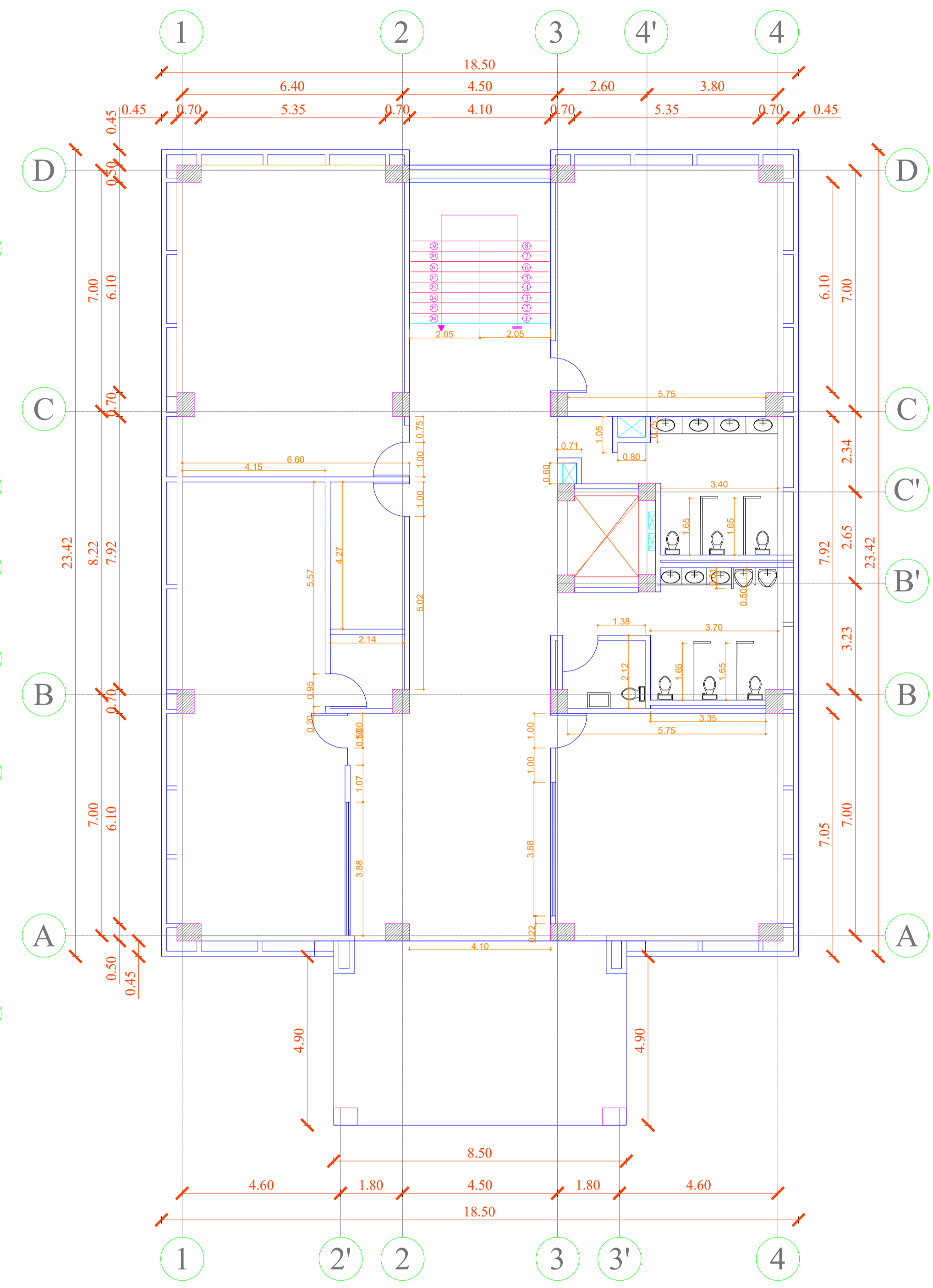
Tabla 28. Especificaciones técnicas de mallas electrosoldadas

| Descripción | Diámetro de varilla mm | Apertura cm | Peso kg/unidad | Peso kg/m ² |
|-------------|------------------------|-------------|----------------|------------------------|
| R - 64 | 3.5 | 15 x 15 | 15.17 | 1.01 |
| R - 126 | 4 | 10 x 10 | 29.48 | 1.97 |
| R - 84 | 4 | 15 x 15 | 19.81 | 1.32 |
| R - 106 | 4.5 | 15 x 15 | 25.07 | 1.67 |
| R - 196 | 5 | 10 x 10 | 46.06 | 3.07 |
| R - 131 | 5 | 15 x 15 | 30.99 | 2.07 |
| R - 238 | 5.5 | 10 x 10 | 55.80 | 3.72 |
| R - 158 | 5.5 | 15 x 15 | 37.45 | 2.50 |
| R - 283 | 6 | 10 x 10 | 66.32 | 4.42 |
| R - 188 | 6 | 15 x 15 | 44.62 | 2.97 |
| R - 257 | 7 | 15 x 15 | 60.74 | 4.05 |
| R - 500 | 8 | 10 x 10 | 117.9 | 7.86 |
| R - 335 | 8 | 15 x 15 | 79.34 | 5.29 |

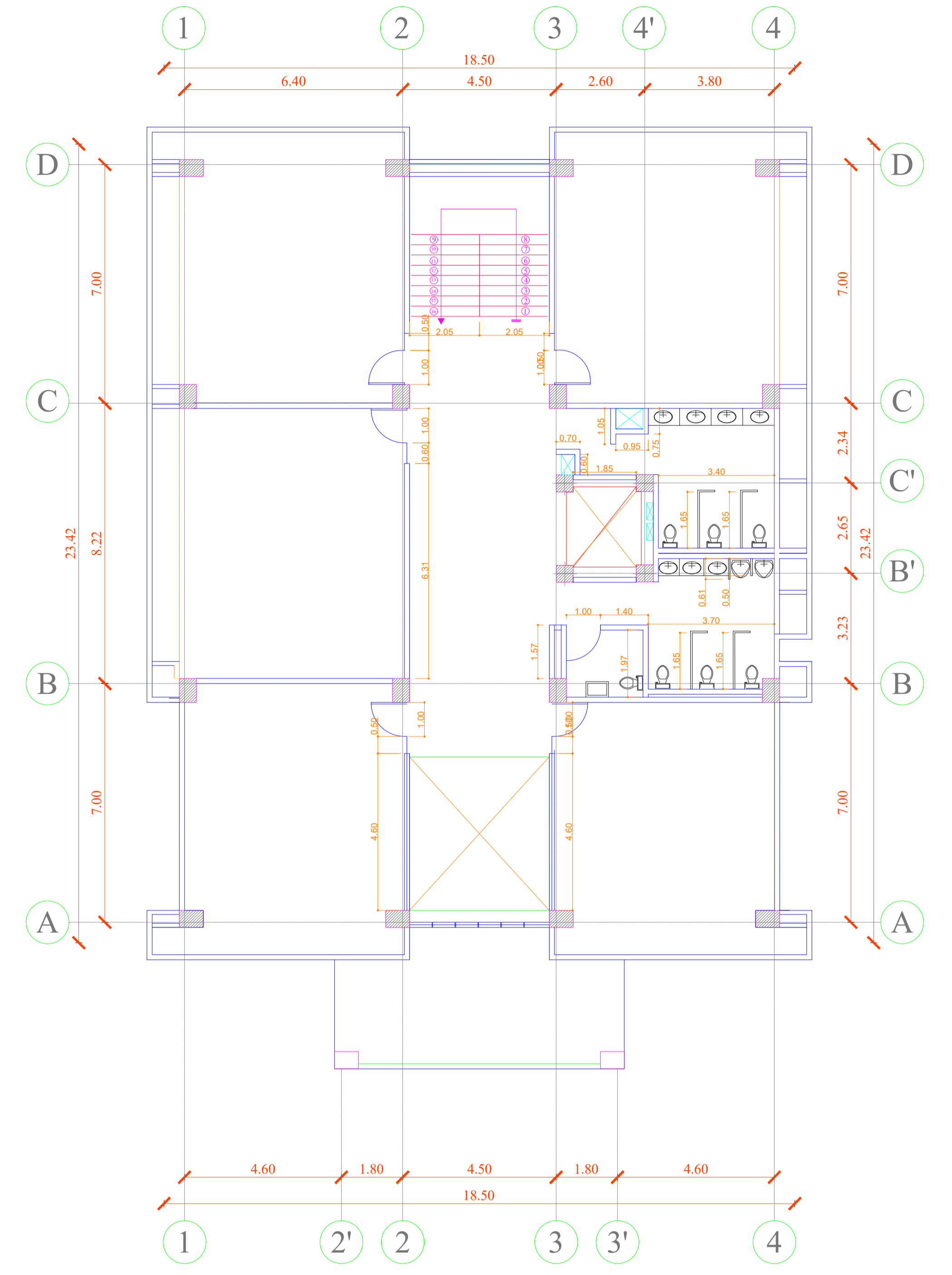
Fuente:NOVACERO



LOSA Nv.-3.24
ESCALA 1:100



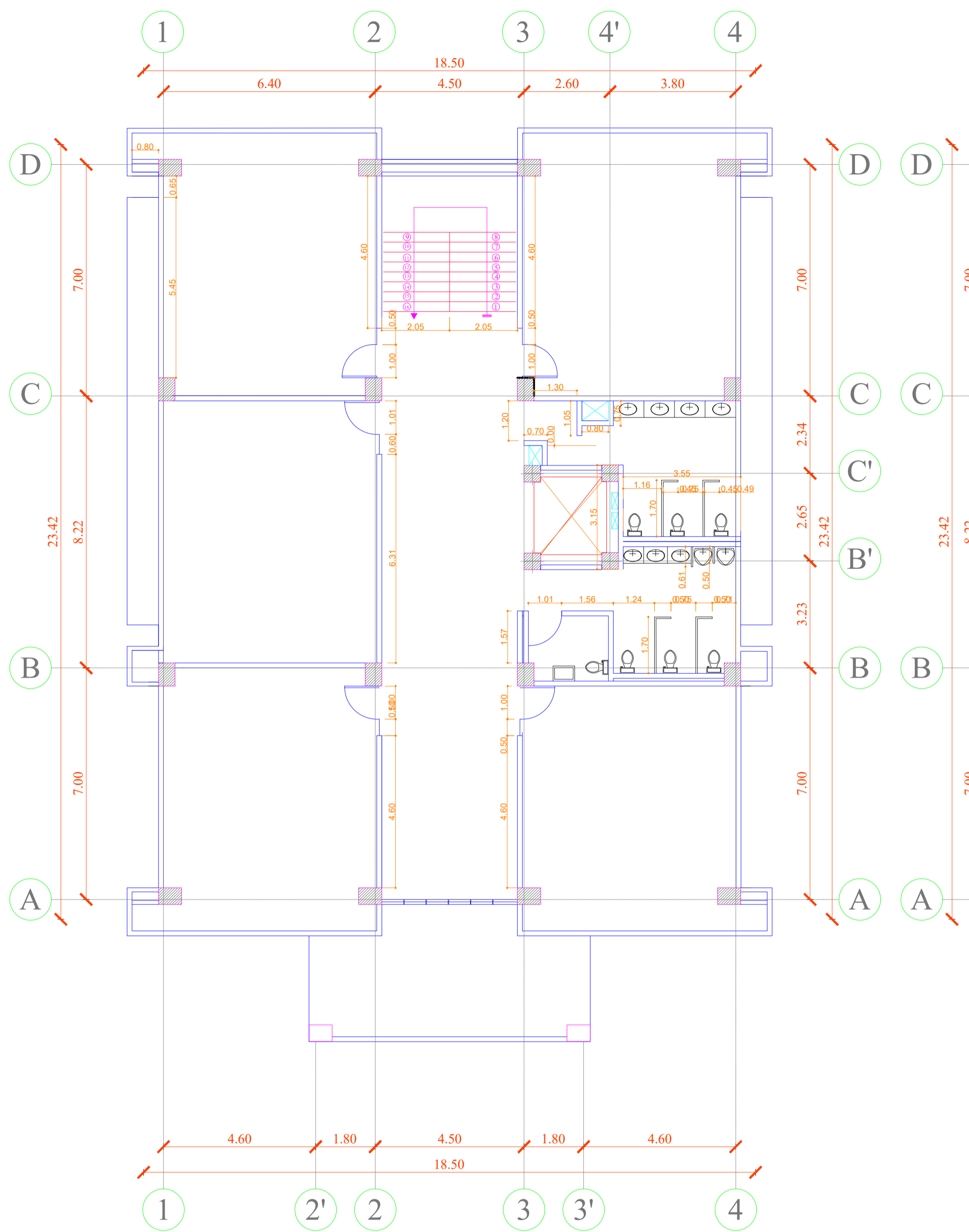
LOSA Nv.+0.00
ESCALA 1:100



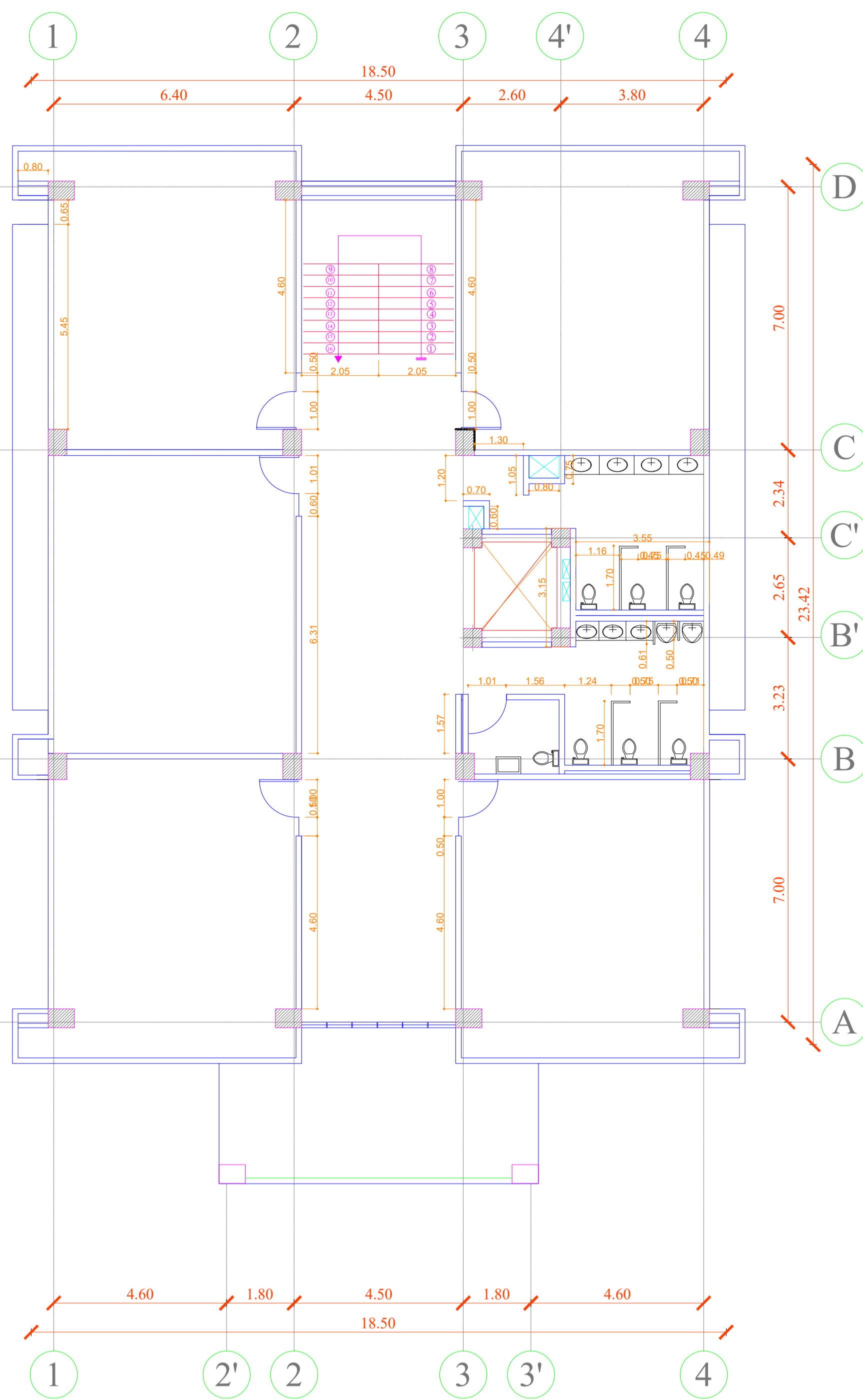
LOSA Nv. +3.24
ESCALA 1:100

NOTA:
EL SIGUIENTE PLANO FUE PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE ESTUDIO
EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO FUE REALIZADO POR EL ARQ. SANTIAGO SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO NARANJO.

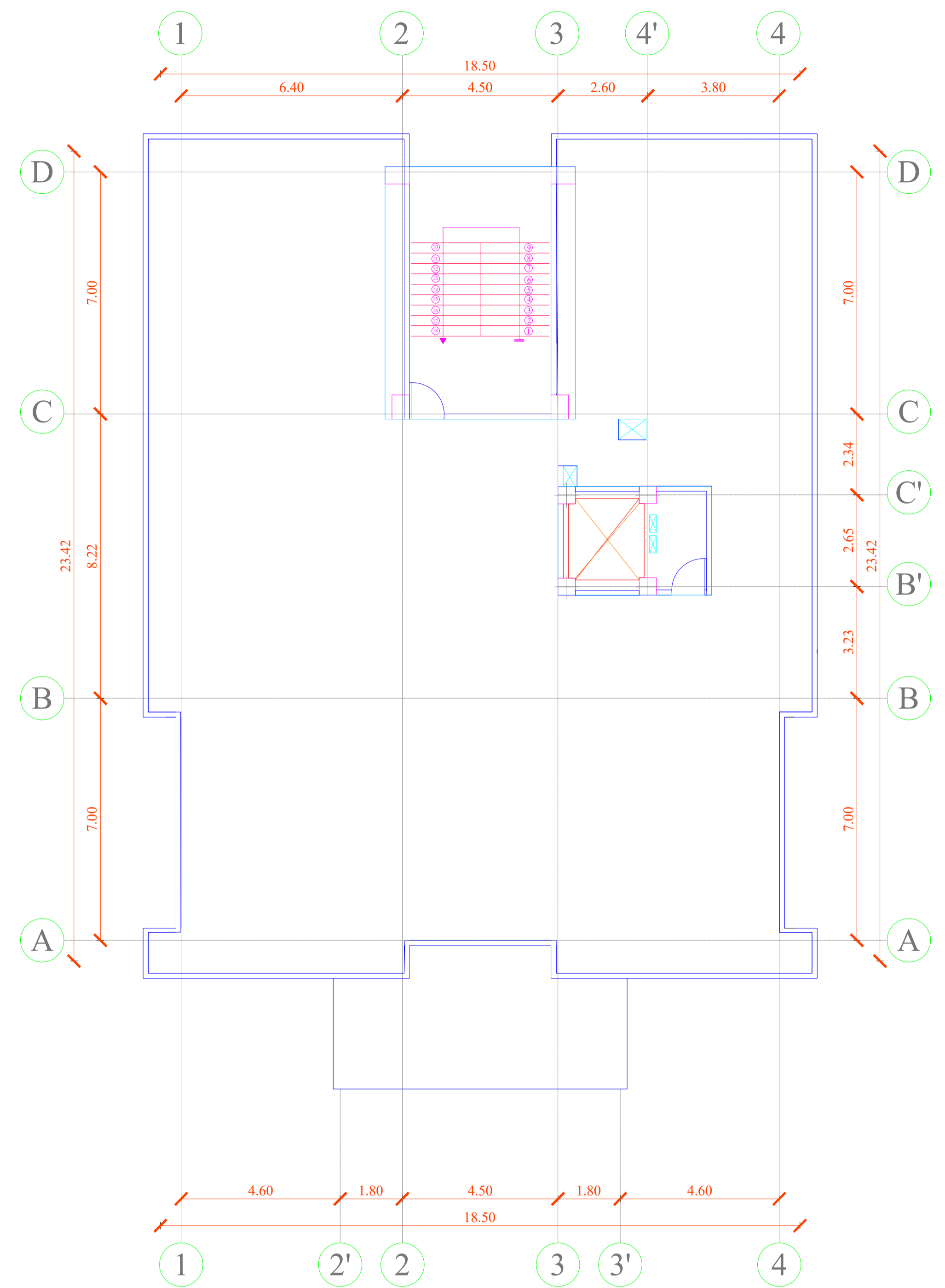
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | |
|-----------------------------------|-----------------------|---|
| EDIFICIO DE AULAS BLOQUE I | | |
| UBICACIÓN: CALLE LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: ABRIL 2019 | 1 DE 3 |
| CONTIENE: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS | | |
| PROPIETARIO: | DIBUJO: | ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS Y DIRECCIÓN TÉCNICA: |
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | A.N.C.R | DIRINF - UTA |
| ADMINISTRACION: | FISCALIZACION: | CONTRATISTA: |
| ING. MARCO PROAÑO | ING. GERARDO ESPINOZA | ING. IVAN LARA |



LOSA Nv. +6.48
ESCALA 1:100



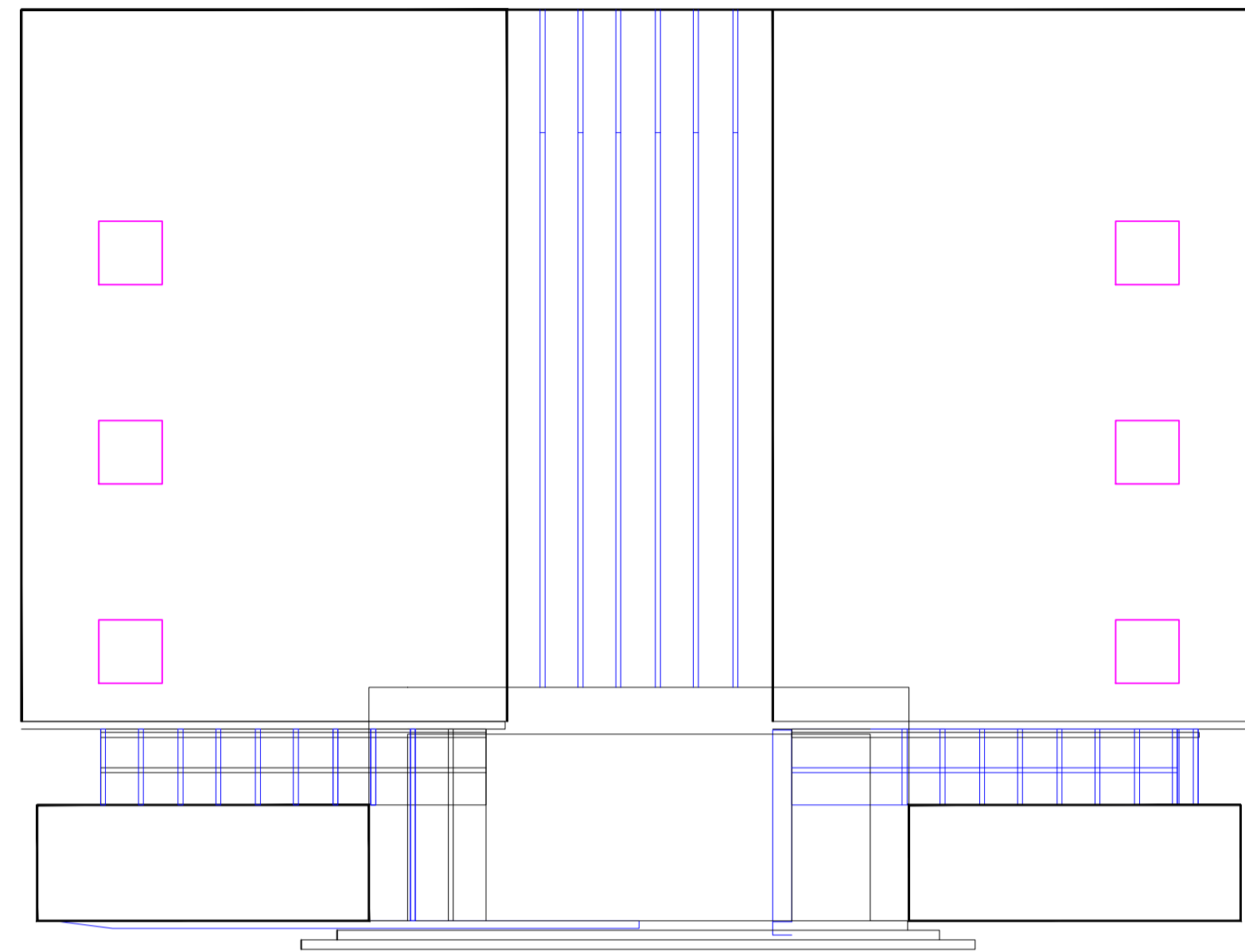
LOSA Nv. +9.72
ESCALA 1:100



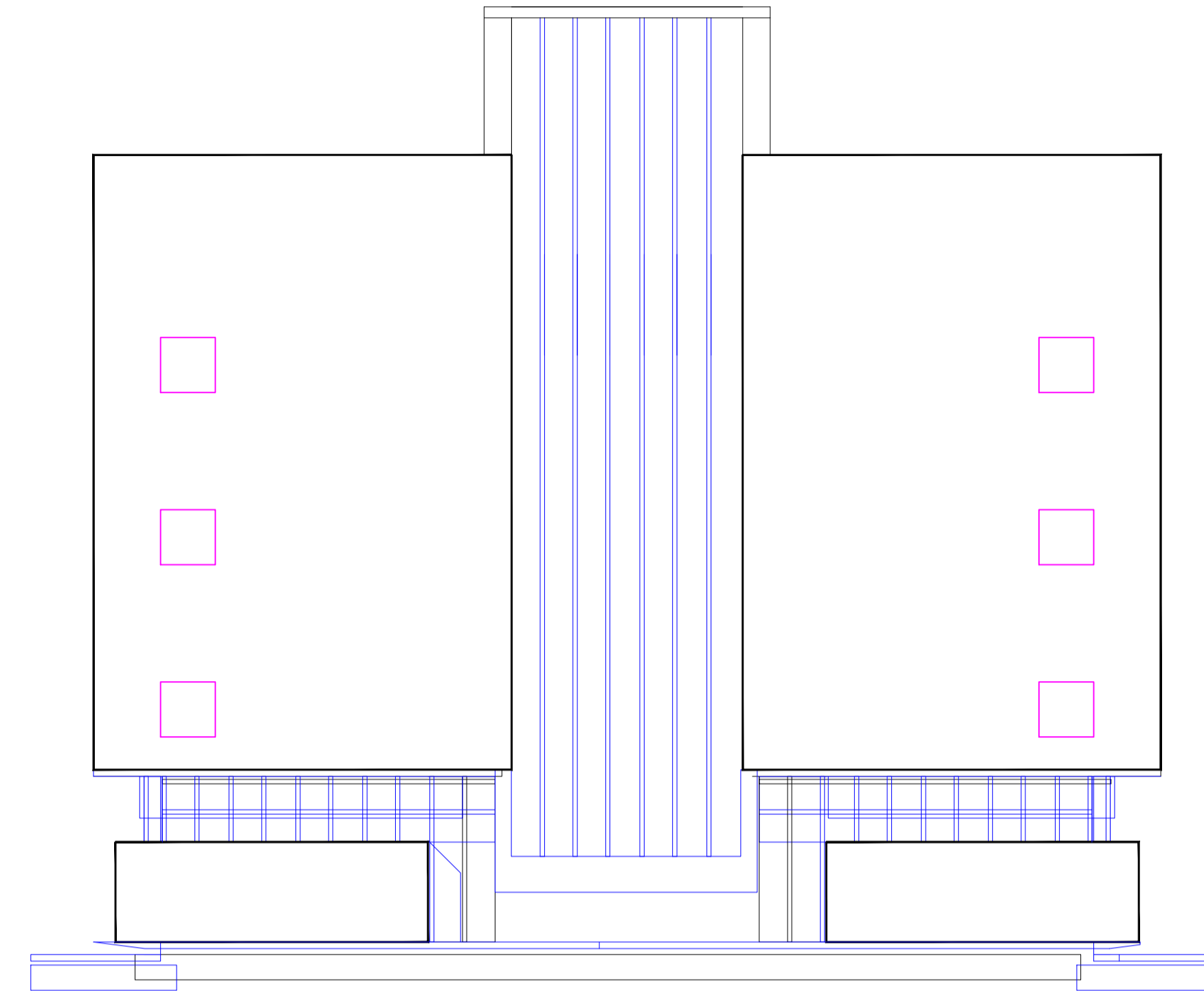
LOSA Nv. +12.96
ESCALA 1:100

NOTA:
EL SIGUIENTE PLANO FUE PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE ESTUDIO
EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO FUE REALIZADO POR EL ARQ. SANTIAGO SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO NARANJO.

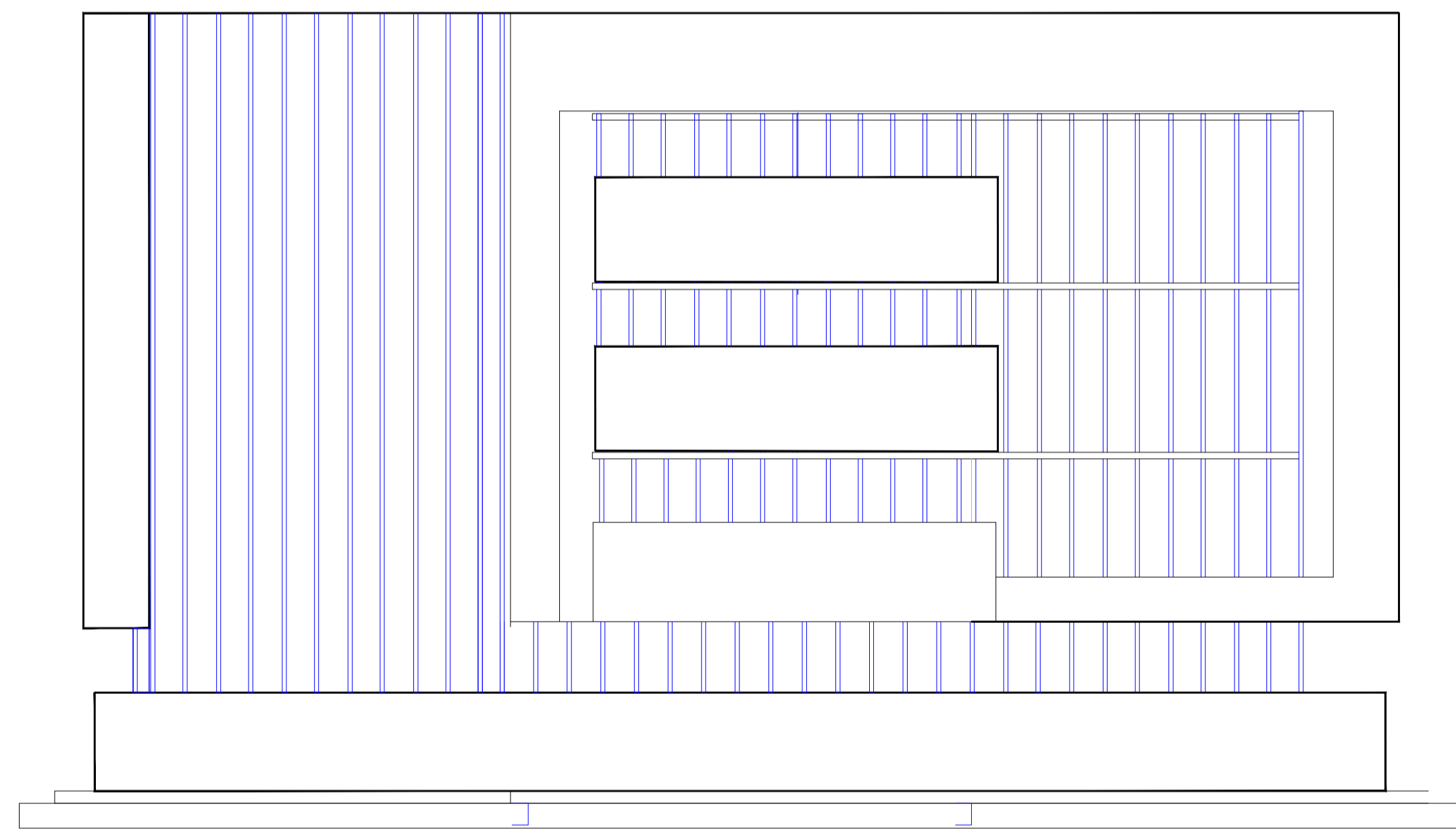
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | |
|-----------------------------------|-----------------------|---|
| EDIFICIO DE AULAS BLOQUE I | | |
| UBICACIÓN: CALLE LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: ABRIL 2019 | 2 DE 3 |
| CONTIENE: PLANTAS ARQUITECTÓNICAS | | |
| PROPIETARIO: | DIBUJO: | ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS Y DIRECCIÓN TÉCNICA: |
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | A.N.C.R | DIRINF - UTA |
| ADMINISTRACION: | FISCALIZACION: | CONTRATISTA: |
| ING. MARCO PROAÑO | ING. GERARDO ESPINOZA | ING. IVAN LARA |



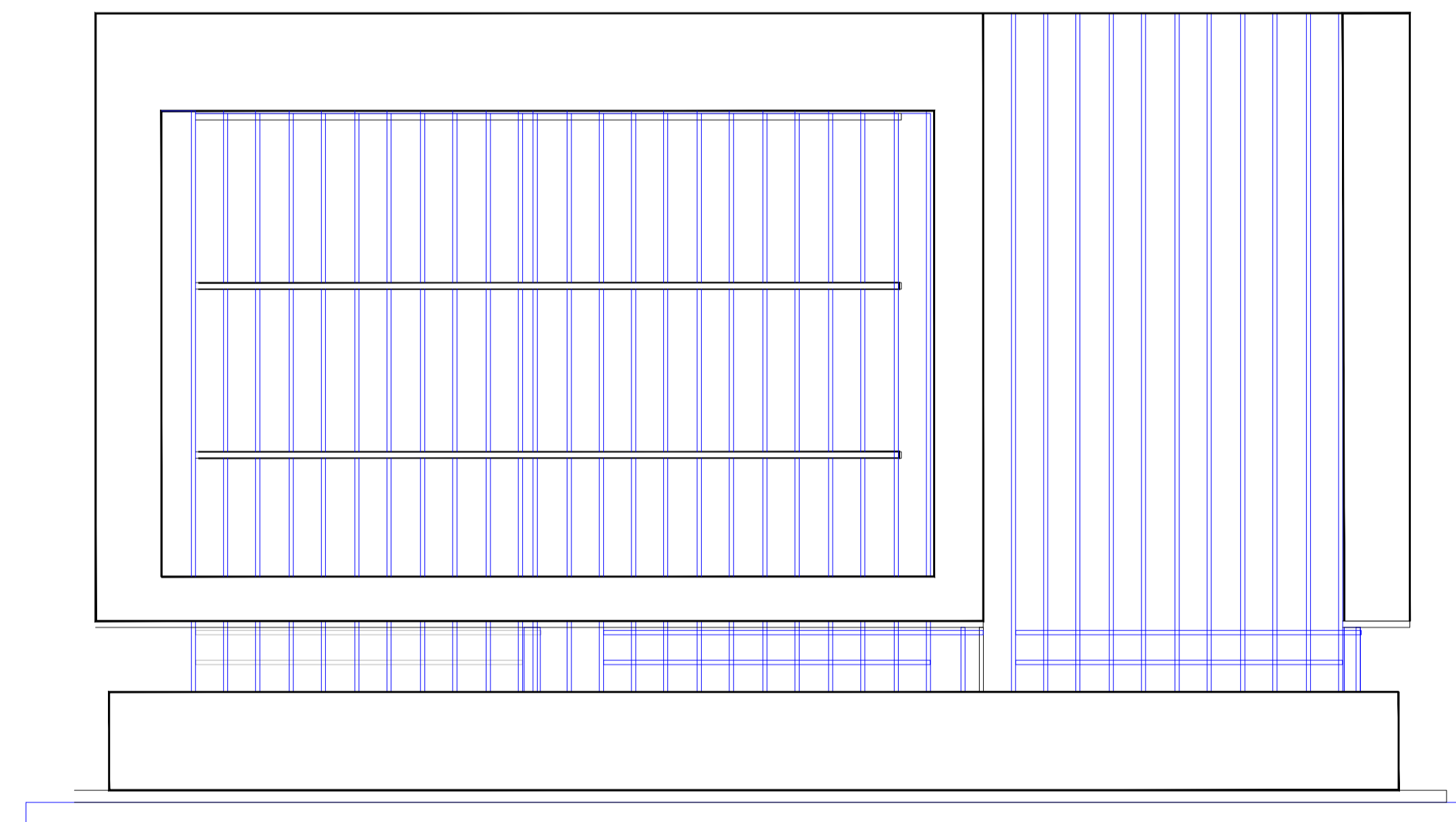
ESCALA 1:100



ESCALA 1:100



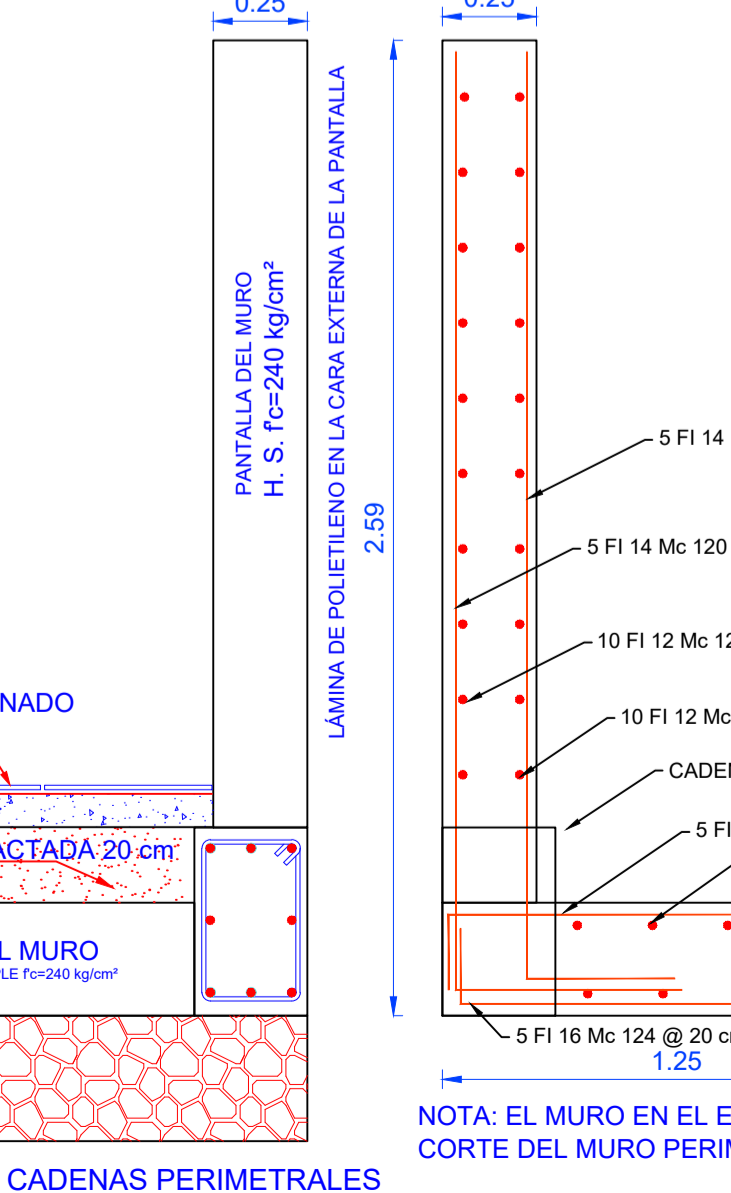
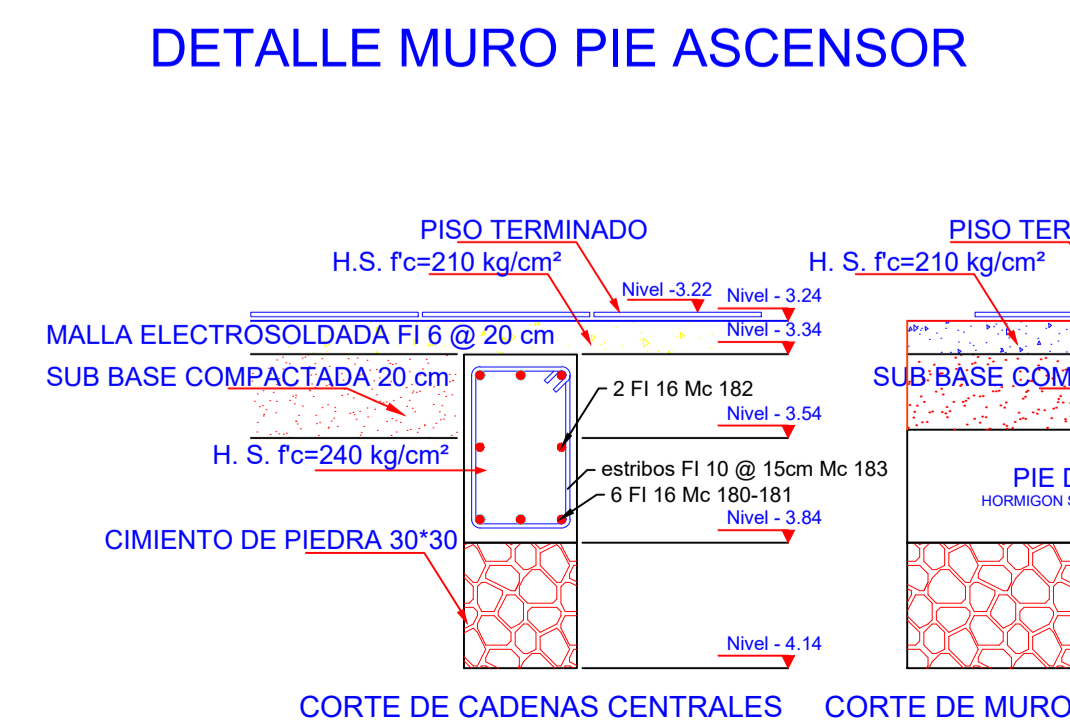
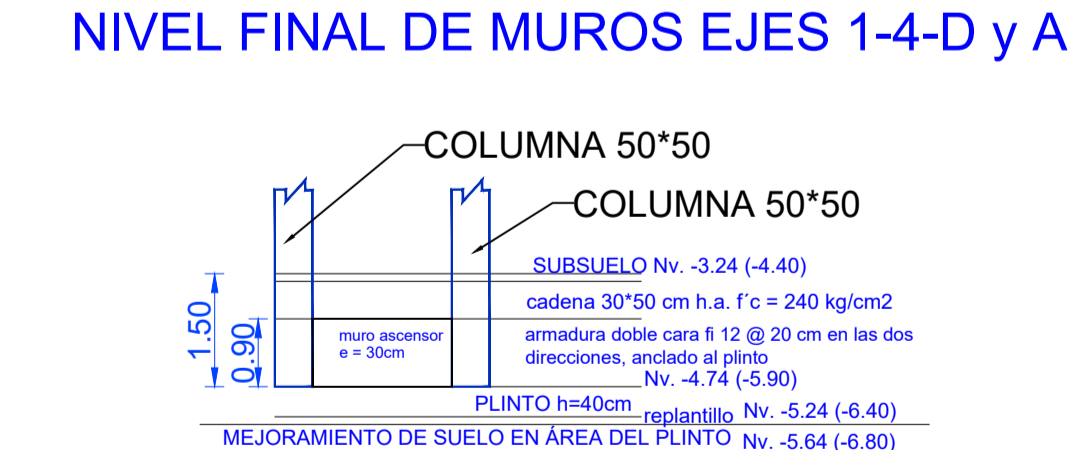
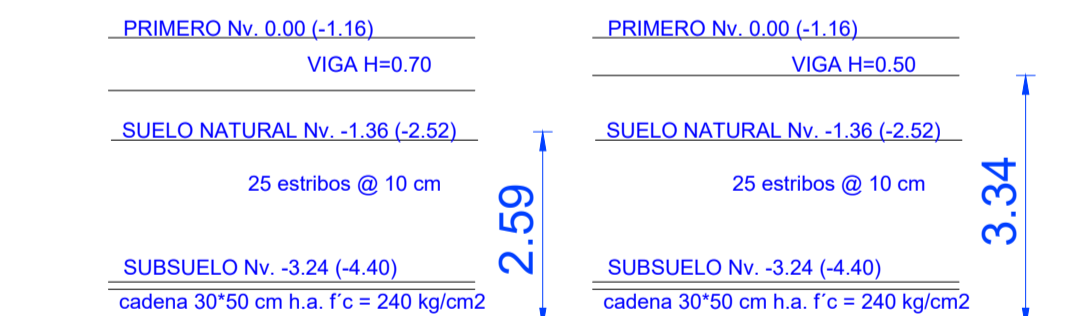
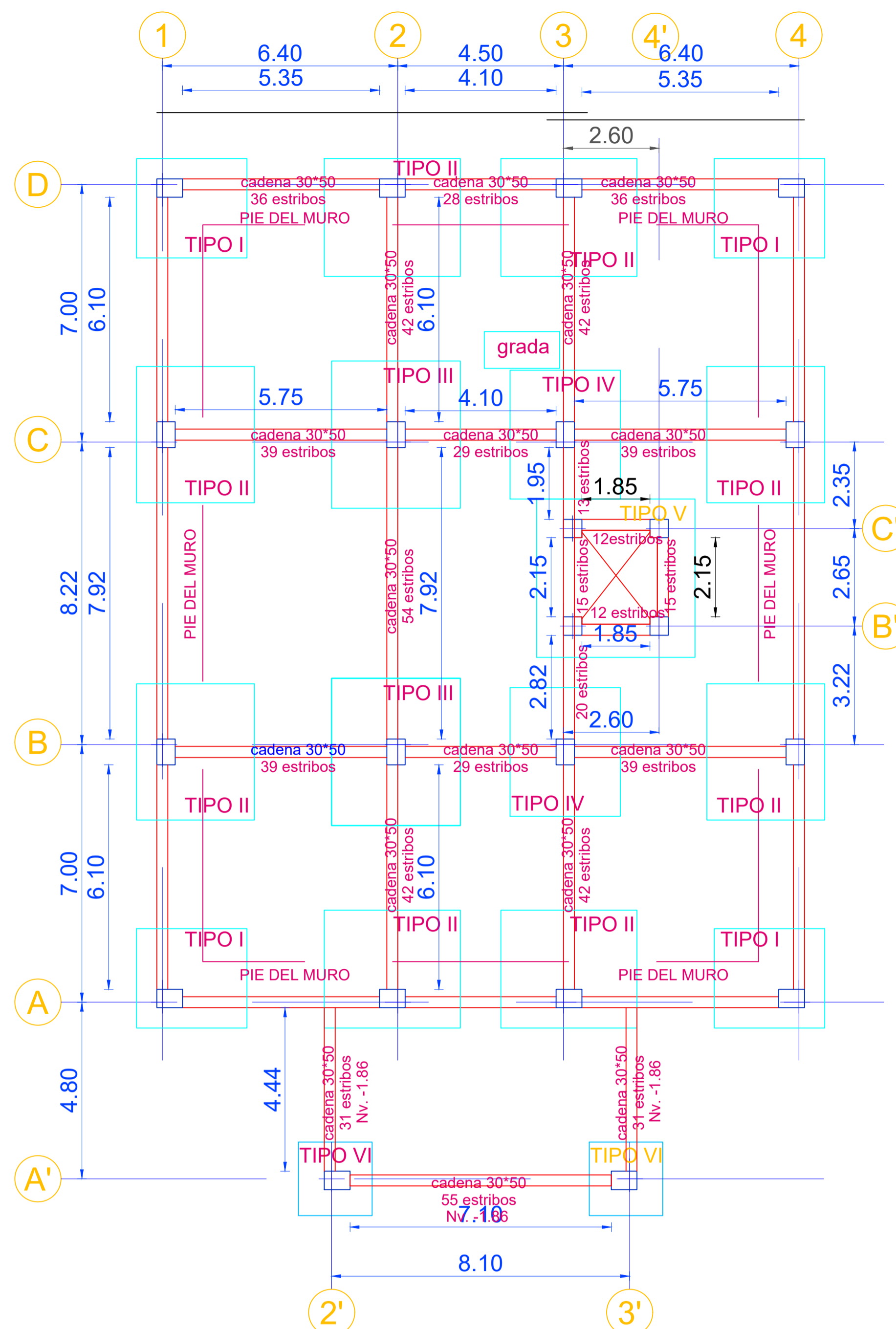
ESCALA 1:100



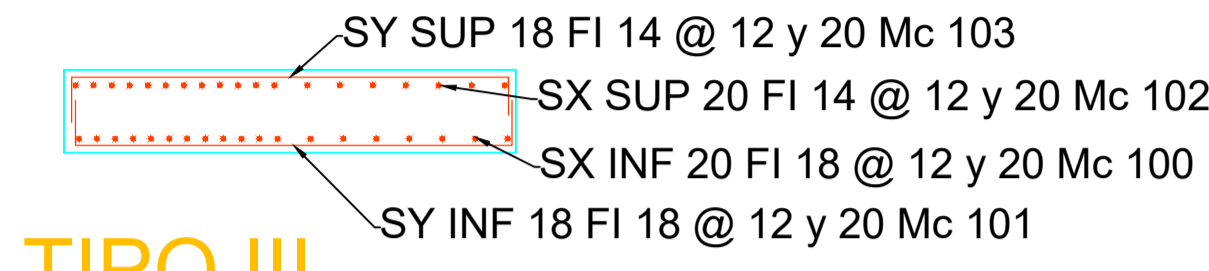
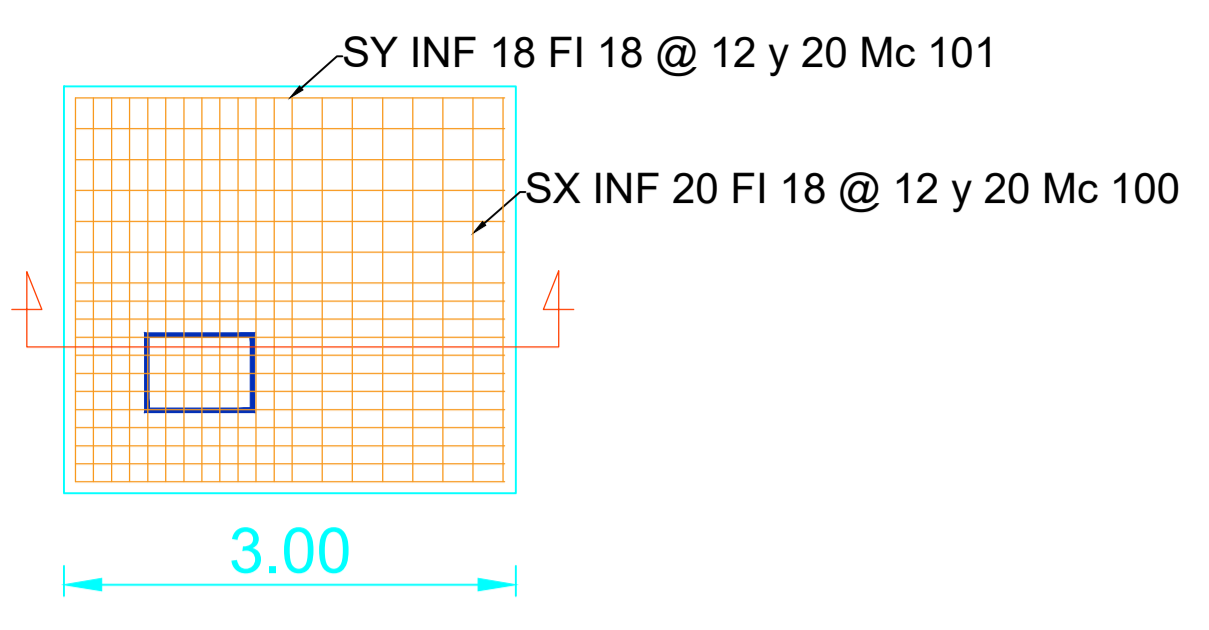
ESCALA 1:100

NOTA:
 EL SIGUIENTE PLANO FUE
 PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE
 INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD
 TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE
 ESTUDIO
 EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO FUE
 REALIZADO POR EL ARQ. SANTIAGO
 SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL
 RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO
 NARANJO.

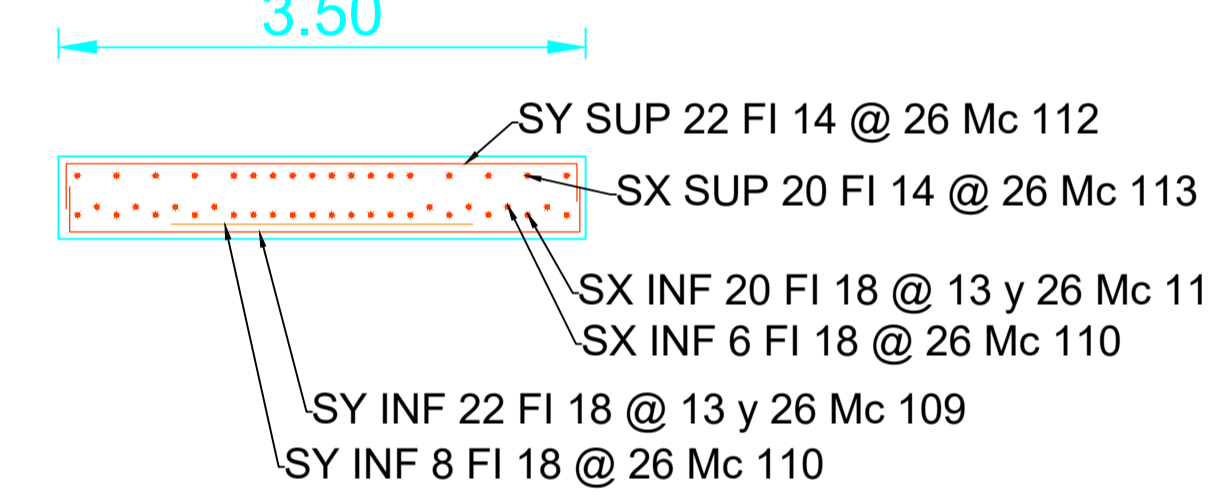
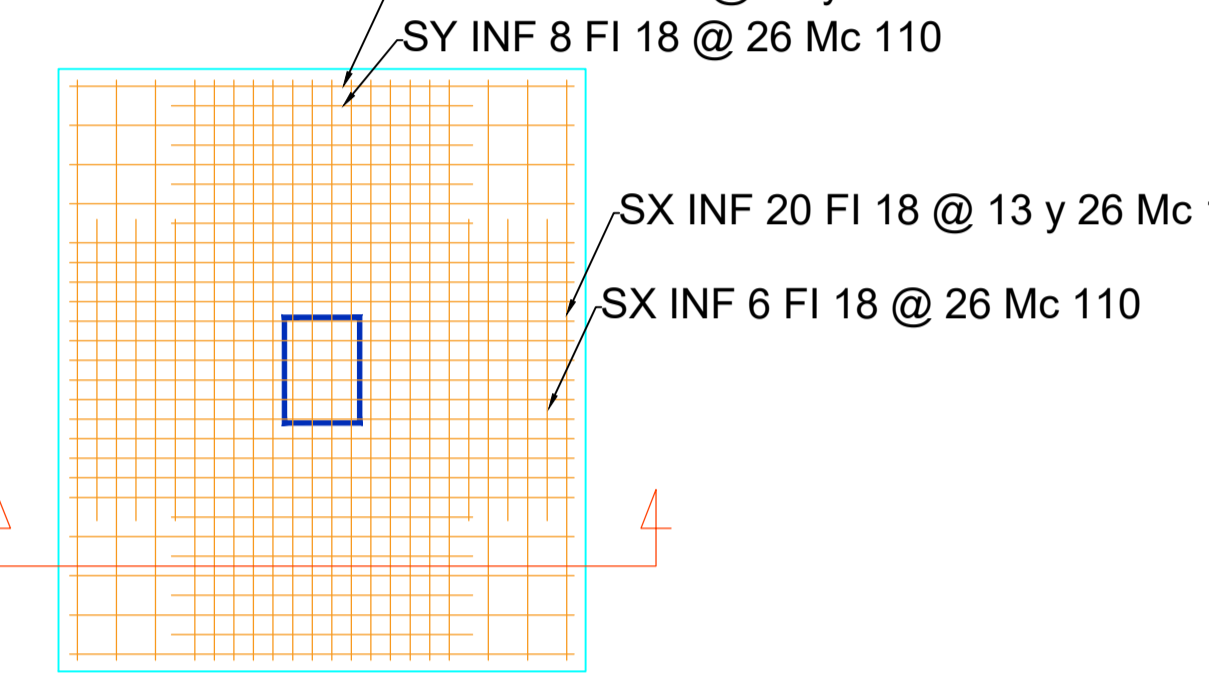
| | | |
|--------------------------------------|-----------------------|---|
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | |
| EDIFICIO DE AULAS BLOQUE I | | |
| UBICACIÓN: CALLE LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: ABRIL 2019 | 3 DE 3 |
| CONTIENE: ELEVACIONES | | |
| PROPIETARIO: | DIBUJO | ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS Y DIRECCIÓN TÉCNICA: |
| UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | A.N.C.R | DIRINF - UTA |
| ADMINISTRACION: | FISCALIZACION: | CONTRATISTA: |
| ING. MARCO PROAÑO | ING. GERARDO ESPINOZA | ING. IVAN LARA |



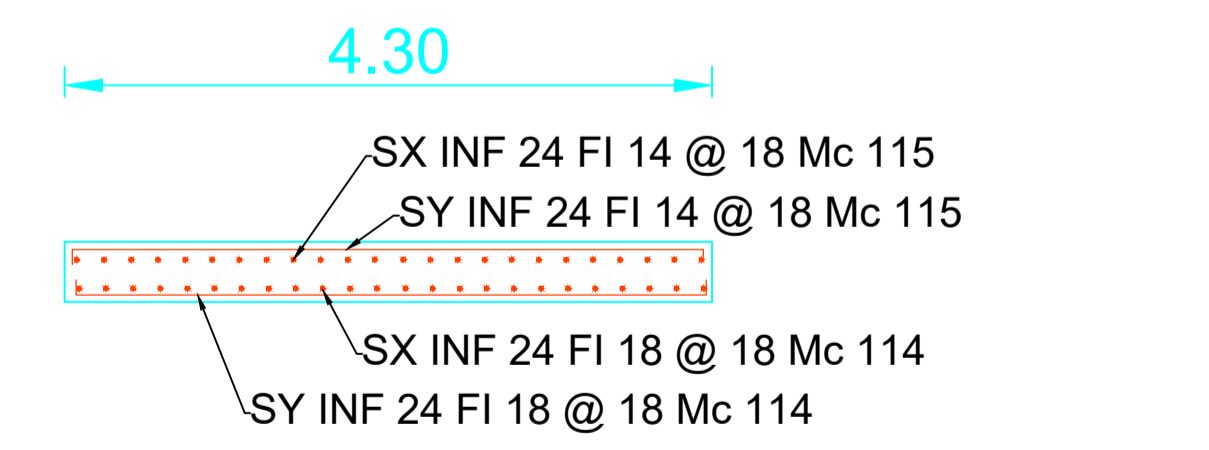
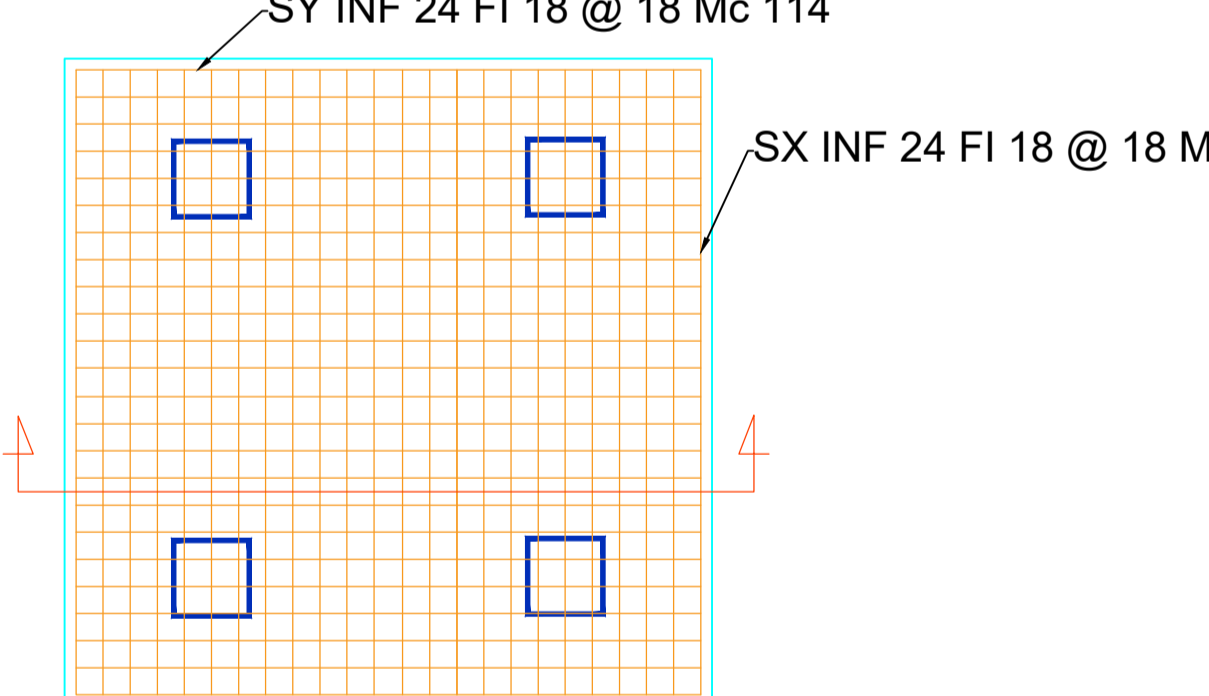
TIPO I



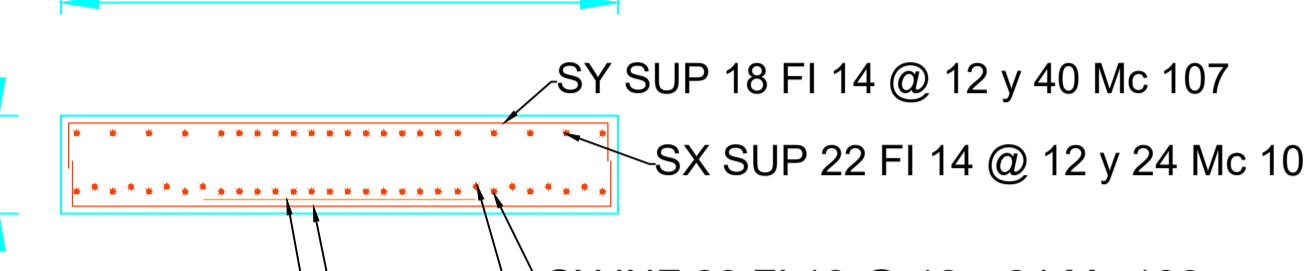
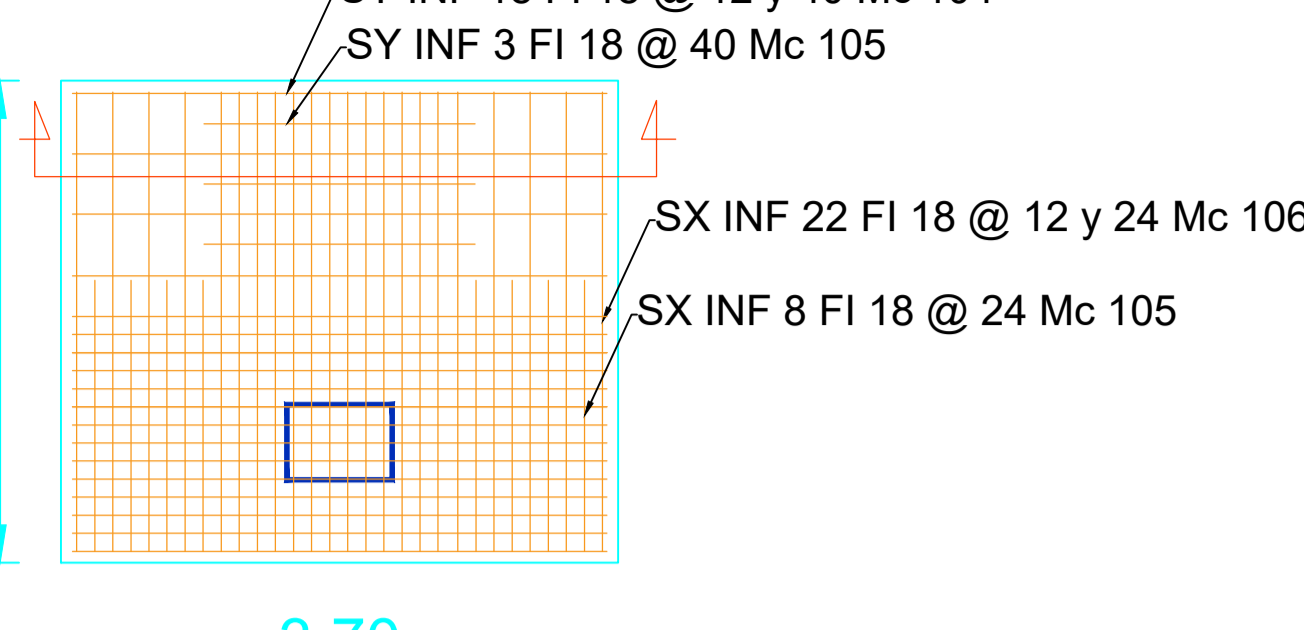
TIPO III



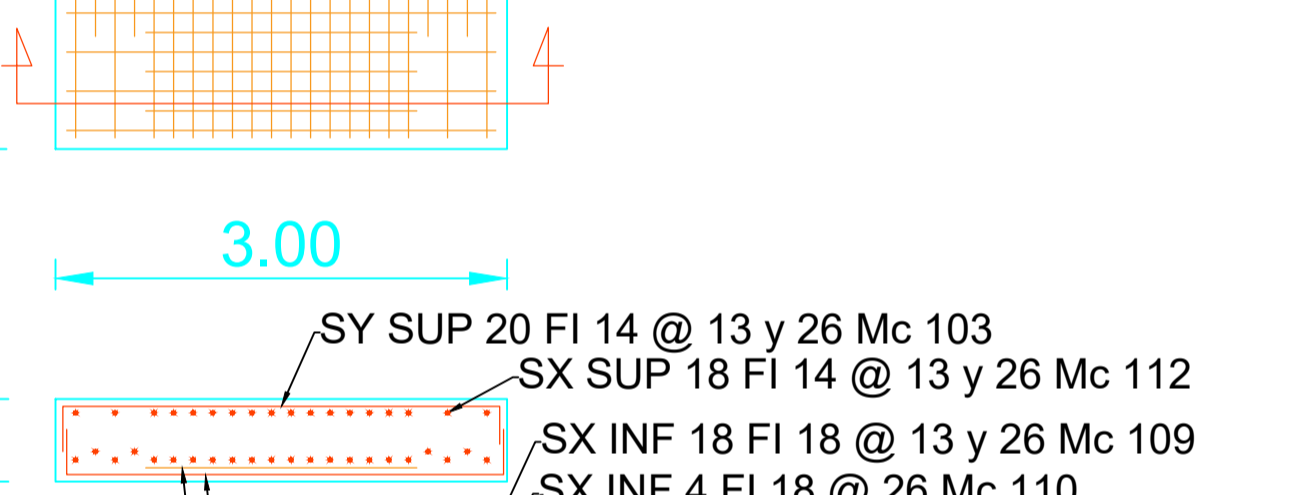
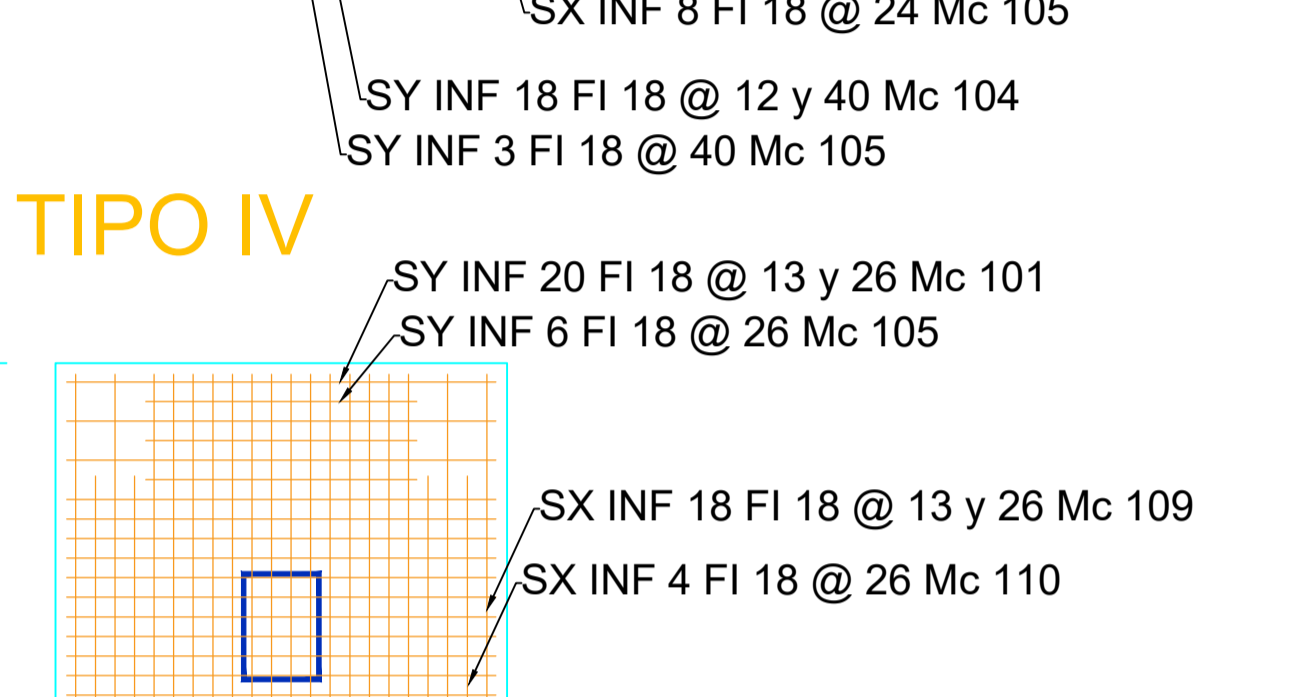
TIPO V



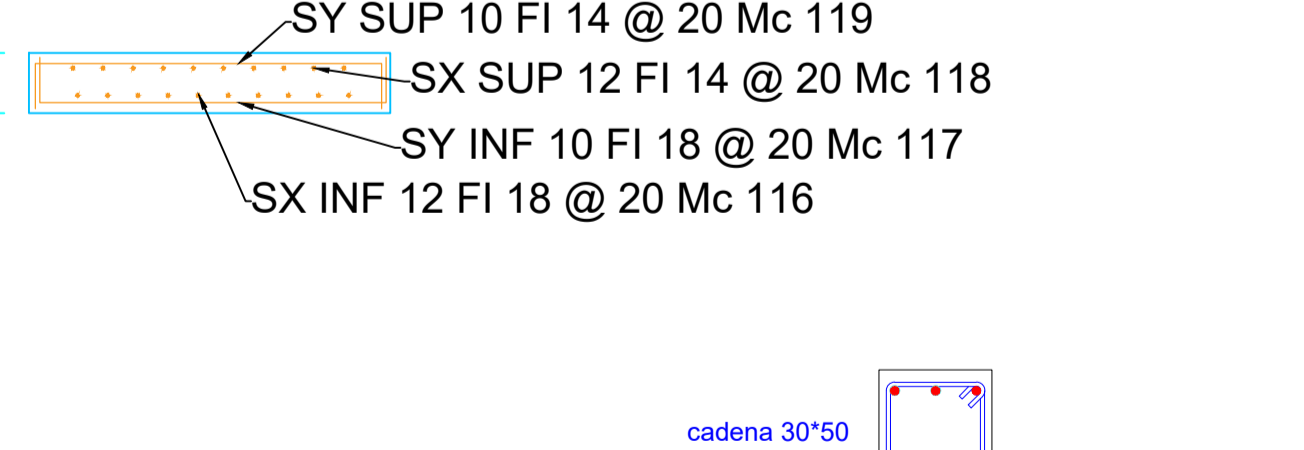
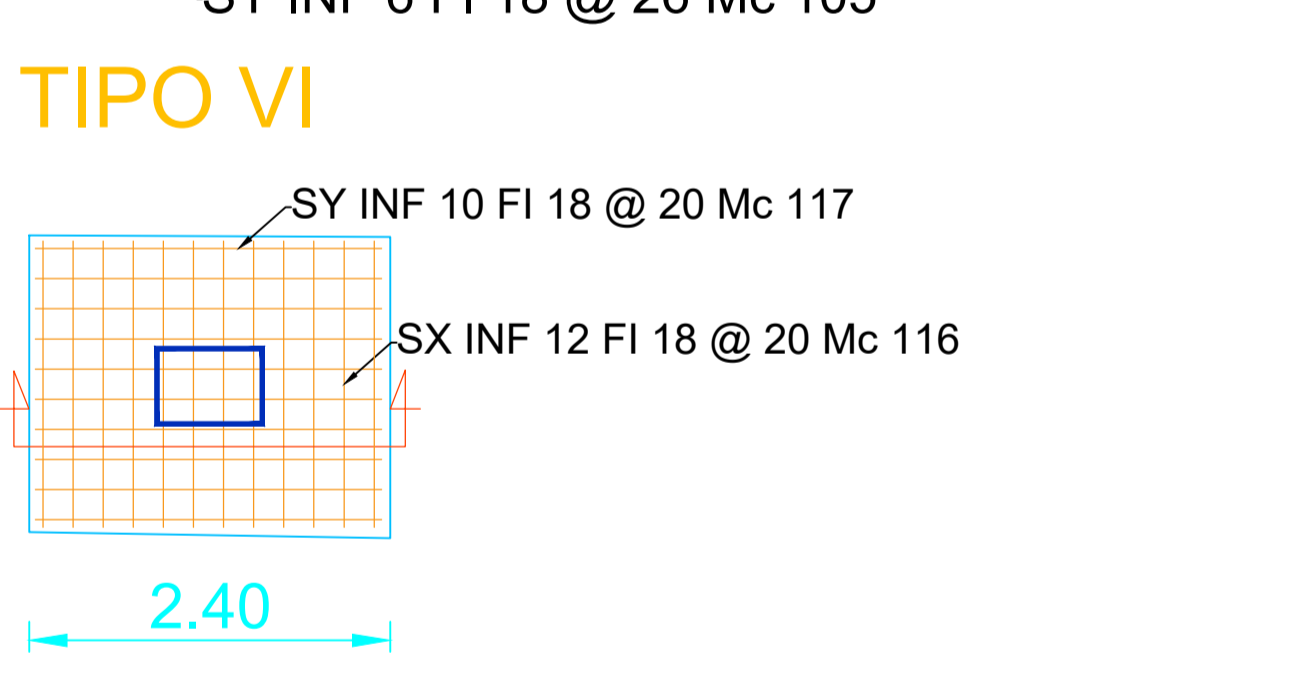
TIPO II



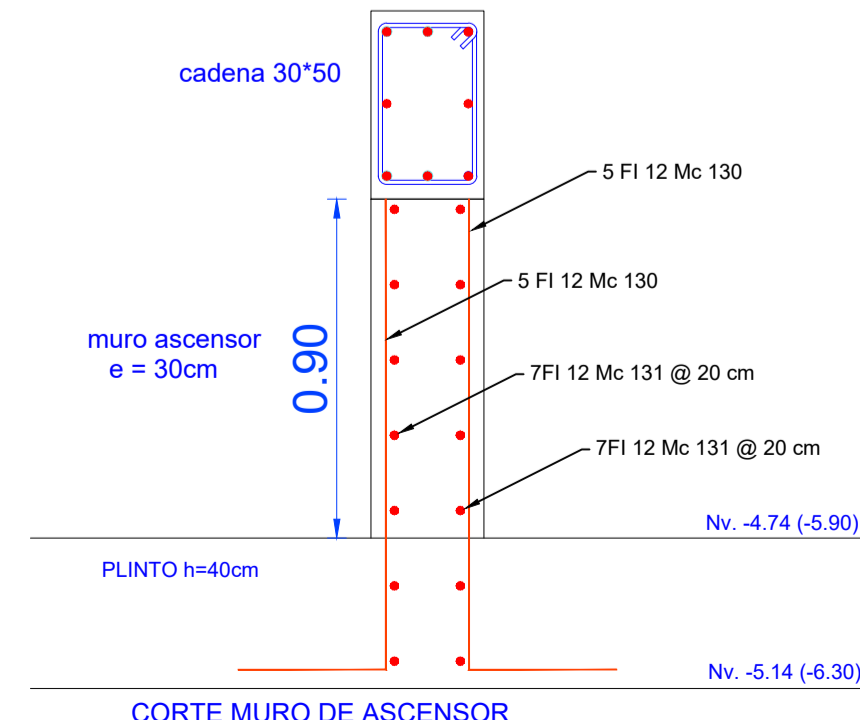
TIPO IV



TIPO VI



| PLINTO | No. | UBICACION | DIMENSIONES | | | ARMADURA SENTIDO X | | | | ARMADURA SENTIDO Y | | | | NIVEL | VOLUMEN HORMIGON (m ³) |
|----------|-----|-------------------------|-------------|------|------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------|------------------------------------|
| | | | a | b | c | SX INFERIOR | SX SUPERIOR | SY INFERIOR | SY SUPERIOR | SX INFERIOR | SX SUPERIOR | SY INFERIOR | SY SUPERIOR | | |
| TIPO I | 4 | A1-D1-A4-D4 | 3,00 | 2,70 | 0,55 | 20 FI 18 Mc 100 | 20 FI 14 Mc 102 | 18 FI 18 Mc 101 | 18 FI 14 Mc 103 | -5,64 | 3,24 | 17,82 | | | |
| TIPO II | 8 | A2-D2-A3-D3-B1-C1-B4-C4 | 3,70 | 3,20 | 0,65 | 22 FI 18 Mc 106 8 FI 18 Mc 105 | 22 FI 14 Mc 108 | 18 FI 18 Mc 104 3 FI 18 Mc 105 | 18 FI 14 Mc 107 | -5,64 | 9,47 | 61,57 | | | |
| TIPO III | 2 | B2-C2 | 3,50 | 4,00 | 0,55 | 20 FI 18 Mc 111 6 FI 18 Mc 110 | 20 FI 14 Mc 113 | 22 FI 18 Mc 109 8 FI 18 Mc 110 | 22 FI 14 Mc 112 | -5,64 | 2,80 | 15,40 | | | |
| TIPO IV | 2 | B3-C3 | 3,00 | 3,50 | 0,55 | 18 FI 18 Mc 109 4 FI 18 Mc 110 | 18 FI 14 Mc 112 | 20 FI 18 Mc 101 6 FI 18 Mc 110 | 20 FI 14 Mc 103 | -5,64 | 2,10 | 11,55 | | | |
| TIPO V | 1 | ASCENSOR | 4,30 | 4,30 | 0,40 | 24 FI 18 Mc 114 | 24 FI 14 Mc 115 | 24 FI 18 Mc 114 | 24 FI 14 Mc 115 | -5,64 | 1,85 | 7,40 | | | |
| TIPO VI | 2 | A'2 - A'3' | 2,40 | 2,00 | 0,40 | 12 FI 18 Mc 116 | 12 FI 14 Mc 118 | 10 FI 18 Mc 117 | 10 FI 14 Mc 119 | -2,90 | 0,96 | 3,84 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 20,42 | 117,57 | |



| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|---------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|---|---|---------------|-------------|---------------------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varillas | #elementos | a | b | c | d | e | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| TIPO I | C | 100 | 18 | 20 | 4 | 2,55 | 0,30 | 0,30 | | | | 3,15 | 252,00 | |
| TIPO II | C | 104 | 18 | 18 | 8 | 3,55 | 0,35 | 0,35 | | | | 4,25 | 612,00 | |
| TIPO III | C | 109 | 18 | 22 | 2 | 3,35 | 0,33 | 0,33 | | | | 4,00 | 176,00 | |
| TIPO IV | C | 101 | 18 | 20 | 2 | 2,85 | 0,30 | 0,30 | | | | 3,45 | 138,00 | |
| TIPO V | C | 114 | 18 | 48 | 1 | 4,15 | 0,18 | 0,18 | | | | 4,50 | 180,00 | |
| TIPO VI | C | 116 | 18 | 12 | 2 | 1,90 | 0,20 | 0,20 | | | | 2,30 | 55,20 | |
| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | | | |
| LONGITUD m | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | | | |
| Kg/m | 0,395 | 0,617 | 0,888 | 1,208 | 1,578 | 1,998 | 2,466 | 2,984 | 3,853 | | | | | |
| Kg | 0,00 | 0,00 | 3304,00 | 0,00 | 5969,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | TOTAL kg = 9273,83 |

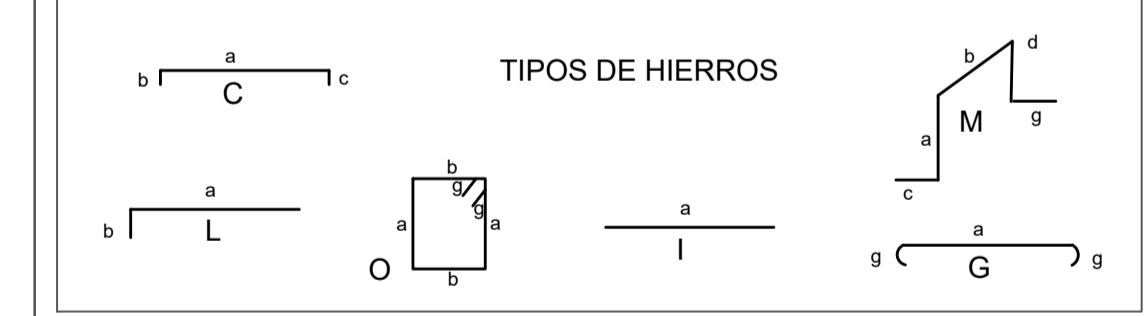
| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|---|---|---------------|-------------|---------------------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varillas | #elementos | a | b | c | d | e | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| TIPO I | L | 180 | 16 | 8 | 2 | 11,70 | 0,30 | | | | | 12 | 192 | esjes centrales |
| TIPO II | L | 180 | 16 | 8 | 2 | 11,70 | 0,30 | | | | | 12 | 192 | |
| TIPO III | L | 180 | 16 | 8 | 2 | 11,70 | 0,30 | | | | | 12 | 192 | |
| TIPO IV | L | 180 | 16 | 8 | 2 | 11,70 | 0,30 | | | | | 12 | 192 | |
| TIPO V | L | 180 | 16 | 8 | 2 | 11,70 | 0,30 | | | | | 12 | 192 | |
| TIPO VI | L | 180 | 16 | 8 | 2 | 11,70 | 0,30 | | | | | 12 | 192 | |
| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | | | |
| LONGITUD m | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | | | |
| Kg/m | 0,395 | 0,617 | 0,888 | 1,208 | 1,578 | 1,998 | 2,466 | 2,984 | 3,853 | | | | | |
| Kg | 0,00 | 0,00 | 964,00 | 0,00 | 2446,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | TOTAL kg = 3410,03 |

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|---|---|---------------|-------------|---------------------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varillas | #elementos | a | b | c | d | e | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| TIPO I | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | long = 55,04 m |
| TIPO II | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO III | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO IV | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO V | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO VI | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | | | |
| LONGITUD m | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | | | |
| Kg/m | 0,395 | 0,617 | 0,888 | 1,208 | 1,578 | 1,998 | 2,466 | 2,984 | 3,853 | | | | | |
| Kg | 0,00 | 0,00 | 964,00 | 0,00 | 2446,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | TOTAL kg = 4923,71 |

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|--------|-----------|------------|-------|-------|-------|-------|---|---|---------------|-------------|---------------------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varillas | #elementos | a | b | c | d | e | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| TIPO I | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | long = 55,04 m |
| TIPO II | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO III | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO IV | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO V | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| TIPO VI | L | 120 | 14 | 5 | 55,04 | 2,50 | 0,50 | | | | | 3,00 | 825,60 | |
| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | | | |
| LONGITUD m | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | | | |
| Kg/m | 0,395 | 0,617 | 0,888 | 1,208 | 1,578 | 1,998 | 2,466 | 2,984 | 3,853 | | | | | |
| Kg | 0,00 | 0,00 | 964,00 | 0,00 | 2446,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | TOTAL kg = 4923,71 |

LAS DIMENSIONES PREVALECEAN SOBRE EL DIBUJO

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**
- HORMIGON ELEMENTOS ESTRUCTURALES Fc = 240 kg/cm²
 - ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm²
 - LOS NIVELES SON LOS INDICADOS EN LOS PLANOS
 - CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 20 T/m²
 - CAMBIOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL NO SON PERMITIDOS, SALVO APROBACIÓN DEL CALCULISTA

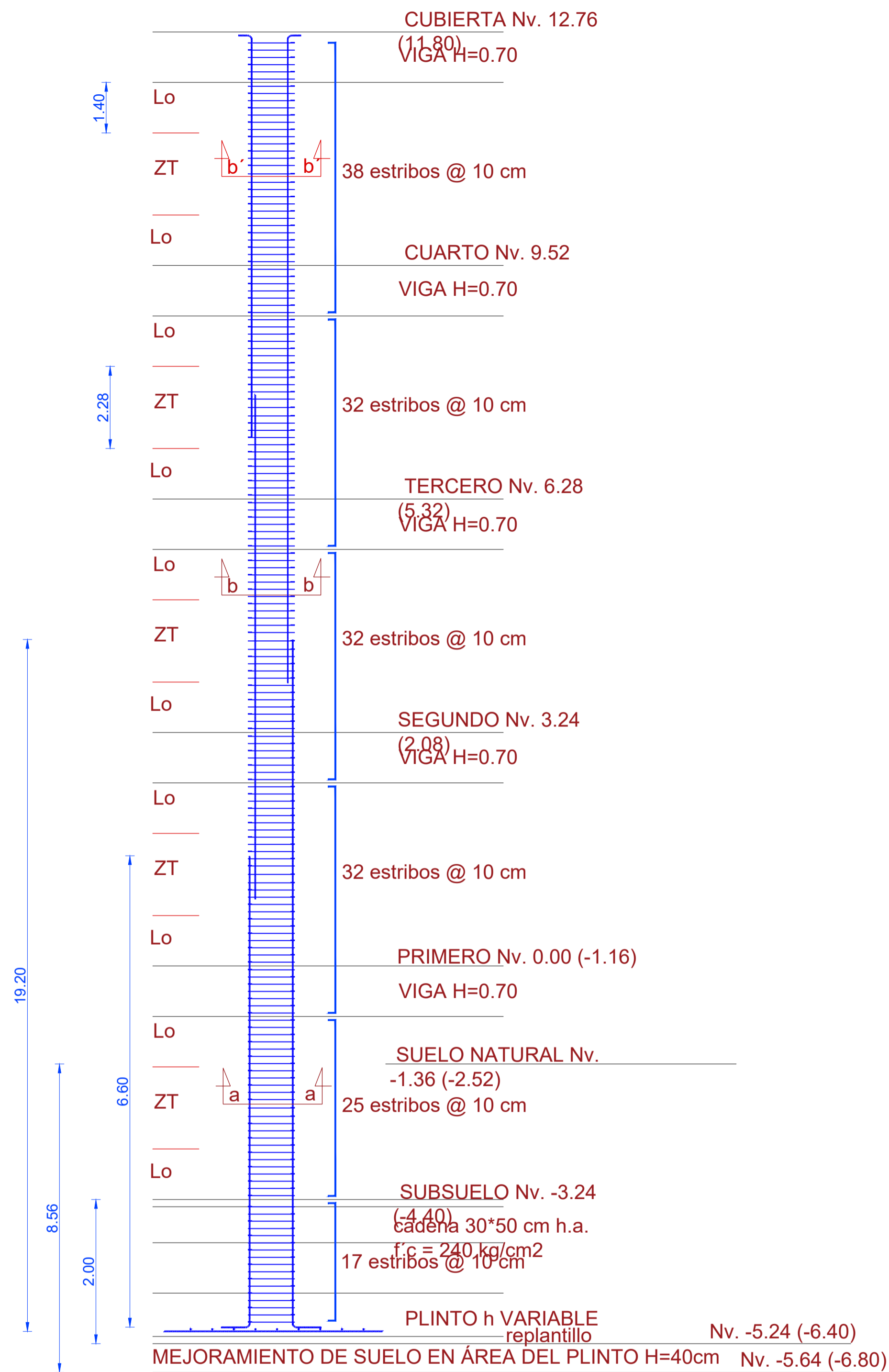


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS

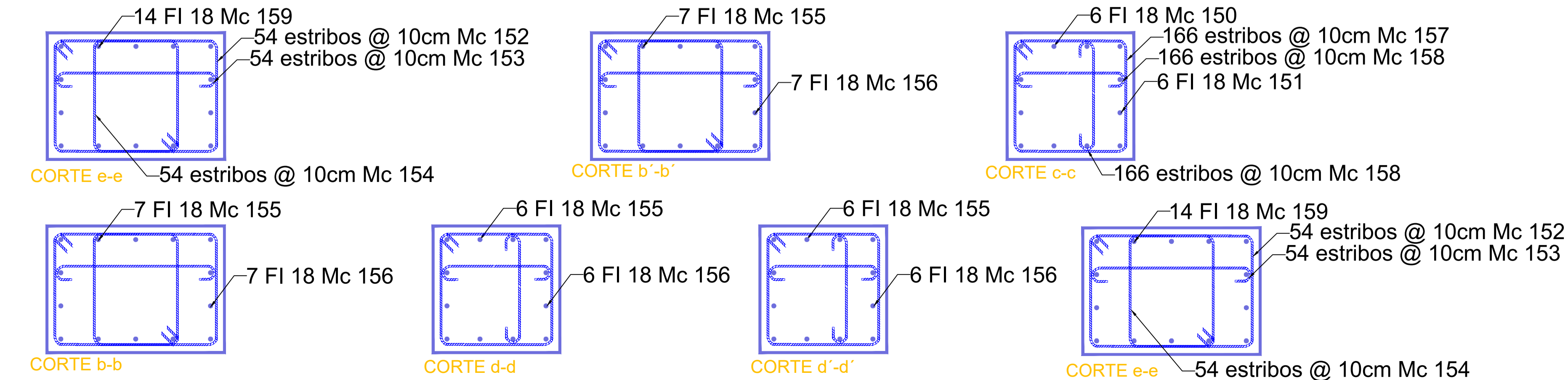
| | | |
|---|-------------------|--|
| UBICACIÓN: AVDA. LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: 1 |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: MARZO 2018 | DE: 7 |
| CONTIENE: PLANTA DE CIMENTACIÓN - CADENAS - MUROS | | |
| PROPIETARIO: DR. GALO NARANJO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | | DISEÑO ESTRUCTURAL: ING. FRANCISCO SUAREZ A. RM: 18-335 RM: 1009 |

NOTA:
EL SIGUIENTE PLANO FUE PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE ESTUDIO
EL CÁLCULO ESTRUCTURAL FUE REALIZADO POR EL INGENIERO FRANCISCO SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO NARANJO.

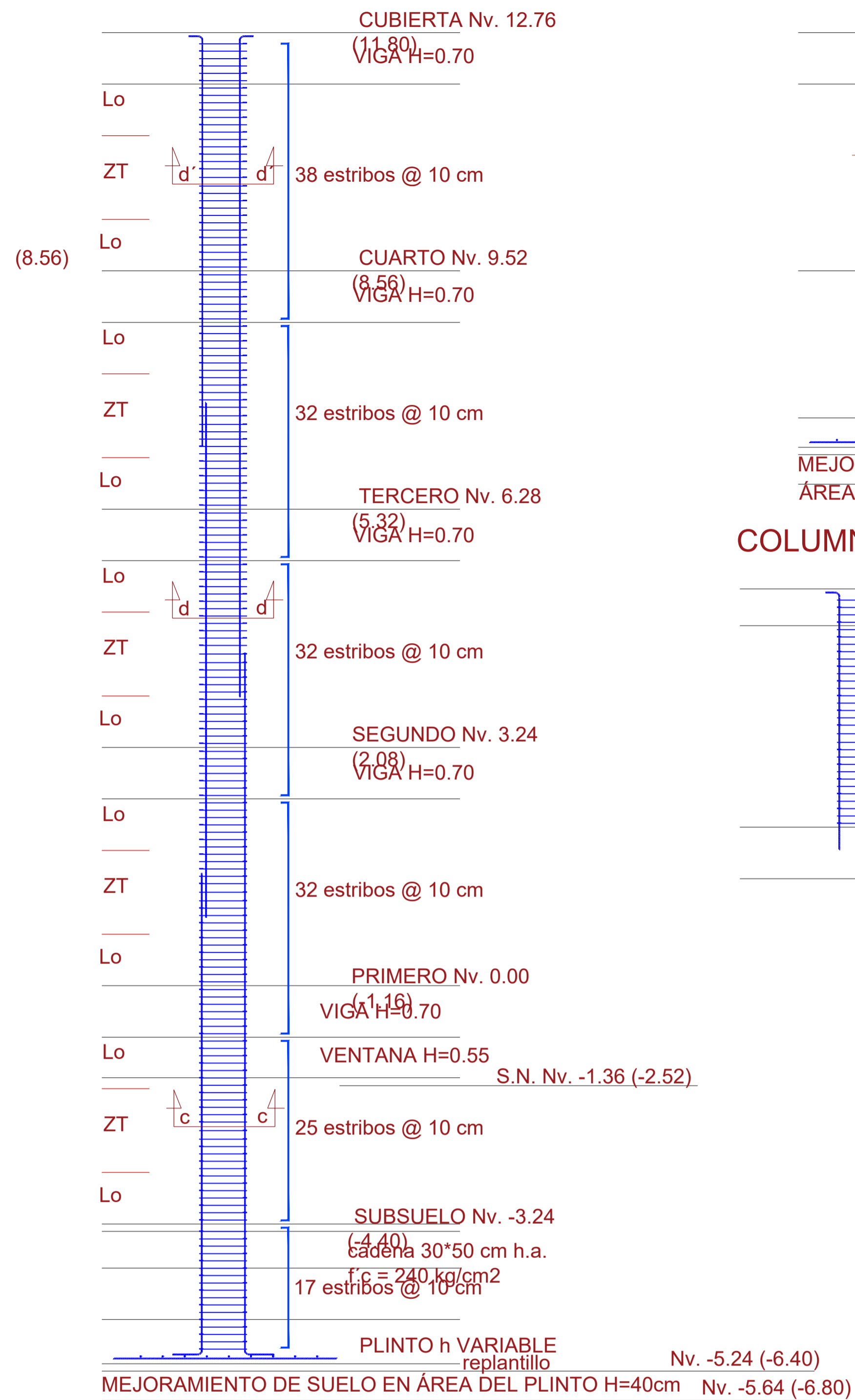
DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS COLUMNAS 50*70
ZONA DE TRASLAPE DE REFUERZO LONGITUDINAL (ZT)



ZONA TRASLAPE (ZT)
LONGITUD ZONA CONFINAMIENTO (Lo)
EL NIVEL EN PARENTESIS CORRESPONDE AL DEL ARQUITECTÓNICO

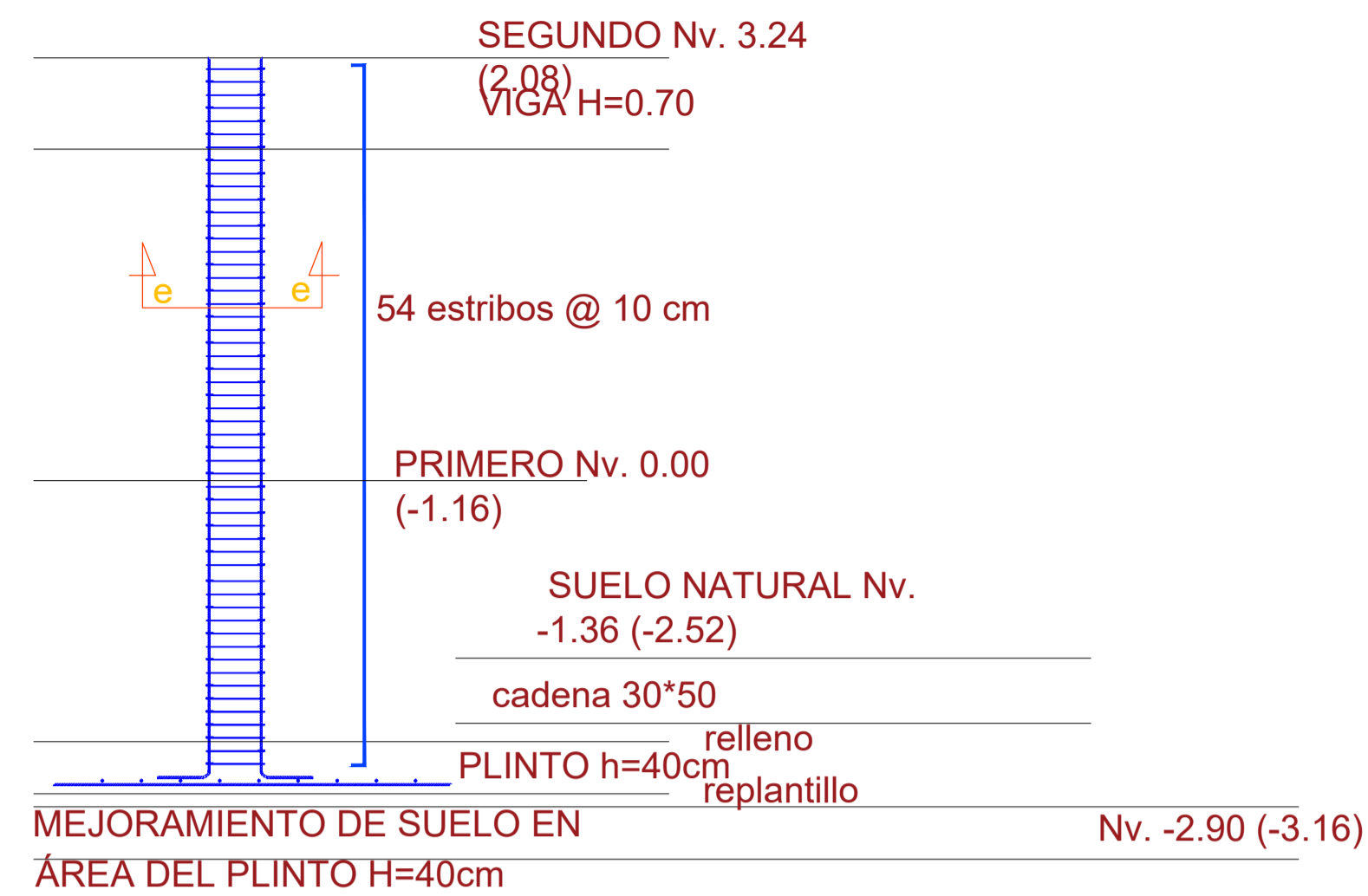


DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS COLUMNAS 50*50
ZONA DE TRASLAPE DE REFUERZO LONGITUDINAL (ZT)

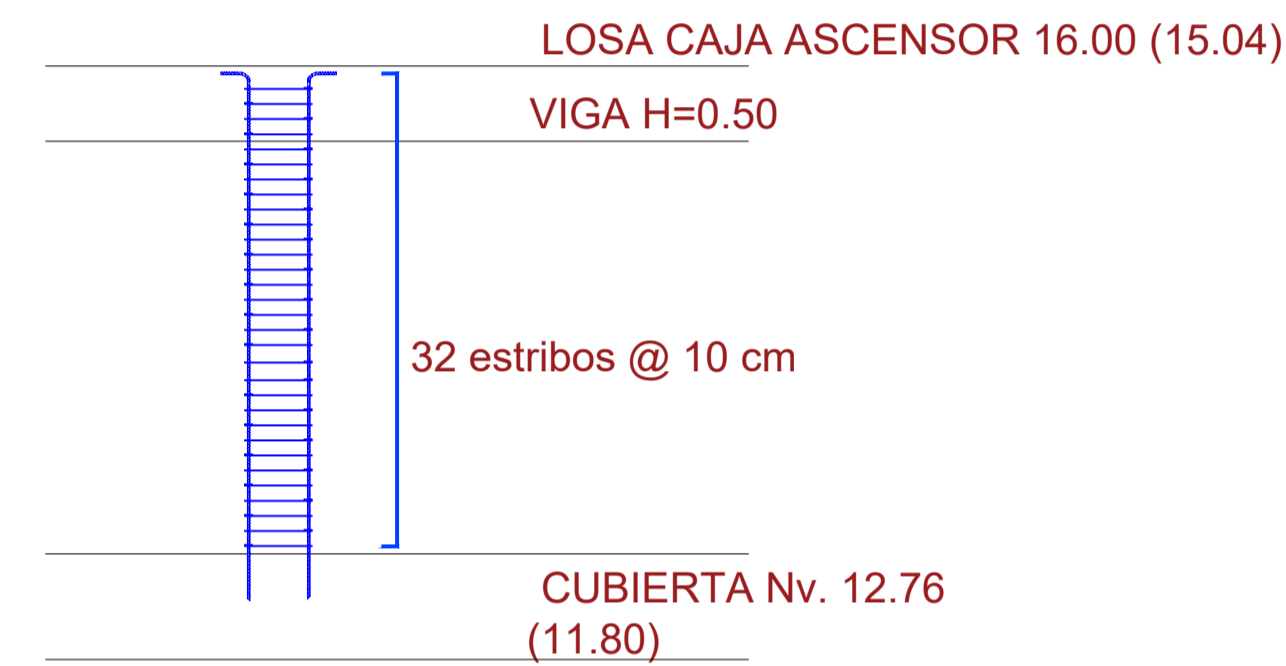


ZONA TRASLAPE (ZT)
LONGITUD ZONA CONFINAMIENTO (Lo)
EL NIVEL EN PARENTESIS CORRESPONDE AL DEL ARQUITECTÓNICO

COLUMNAS HALL DE INGRESO
DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS COLUMNAS 50*70

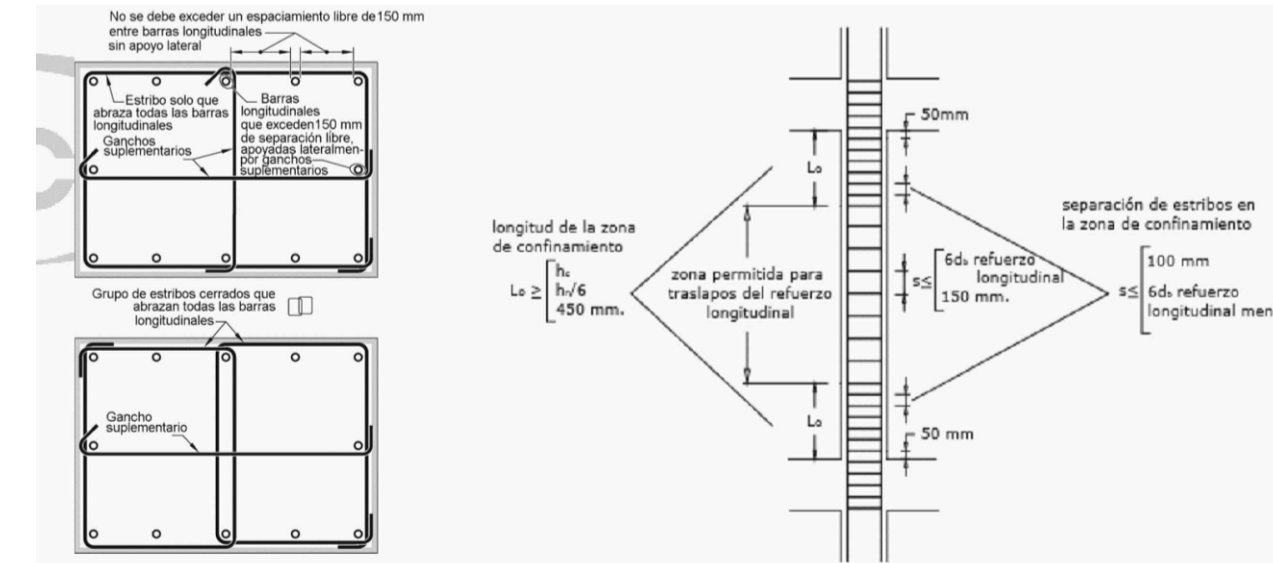


COLUMNAS SOBRE CUBIERTA - CAJA DE ASCENSOR



| NÚMERO | 16 | 4 | 2 |
|------------------|---|------------------|-----------------|
| UBICACIÓN | A1 A2 A3 A4 B1 B2 B3 B4 C1 C2 C3 C4 D1 D2 D3 D4 | B'3 C'3 B'4 C'4 | A'2 A'3 |
| SECCIÓN | 50*70 | 50*50 | 50*70 |
| ARMADURA LONG. | 14 FI 18 mm | 12 FI 18 mm | 14 FI 18 |
| ARMADURA TRANSV. | 166 EST. FI 10mm | 166 EST. FI 10mm | 54 EST. FI 10mm |

ESTAS COLUMNAS SUBEN UN NIVEL ADICIONAL



| Tipo de gancho estándar | Díametro de la barra | Díametro interior mínimo de doblado, mm | Extensión recta ¹⁾ f _{der} , mm | Tipo de gancho estándar |
|-------------------------|----------------------|---|---|---|
| Gancho de 90 grados | No. 10 a No. 25 | 4d _s | 12d _s | Punto en el cual se desarrolla la barra |
| | No. 29 a No. 36 | 5d _s | | |
| Gancho de 180 grados | No. 10 a No. 25 | 4d _s | Mayor de 4d _s y 65 mm | Punto en el cual se desarrolla la barra |
| | No. 29 a No. 36 | 5d _s | | |
| | No. 43 y No. 57 | 10d _s | | |

¹⁾ El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblado y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de sacaje del gancho.

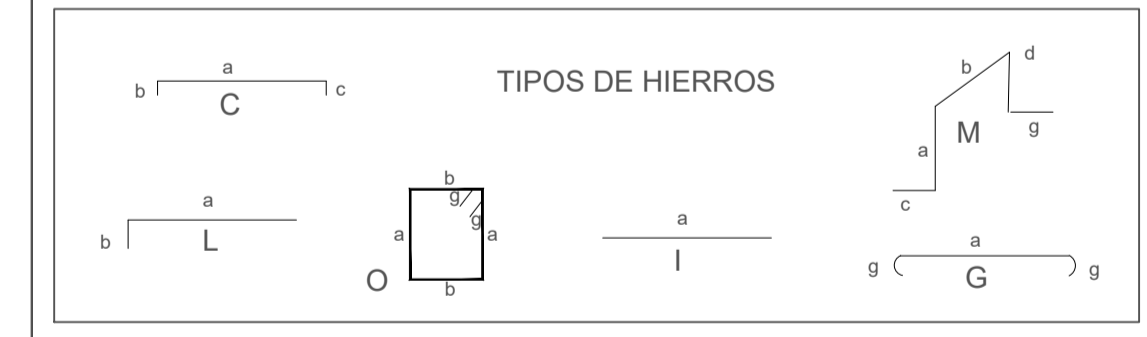
| DENOMINACIÓN | TIPO | Me | B1 | # varillas | # ceras | a | b | c | d | e | f | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
|---------------|------|-----|----|------------|---------|------|------|------|------|------|------|---------------|------------------|---------------|
| 50*50 | L | 150 | 18 | 7 | 16 | 6,6 | 0,4 | | | | | 0 | 0 | 764 |
| | L | 151 | 18 | 7 | 16 | 9,0 | 0,4 | | | | | 10 | 1120 | |
| | O | 152 | 10 | 166 | 16 | 0,64 | 0,44 | 0,64 | 0,44 | 0,15 | 2,31 | 6135,36 | | |
| | G | 153 | 10 | 166 | 16 | 0,64 | 0,08 | 0,08 | | | 0,8 | 2124,8 | | |
| | O | 154 | 10 | 166 | 16 | 0,32 | 0,44 | 0,32 | 0,44 | 0,15 | 1,67 | 4435,52 | | |
| | L | 155 | 18 | 7 | 16 | 7 | | | | | | 7 | 784 | |
| | L | 155 | 18 | 7 | 16 | 5,7 | 0,3 | | | | | 6 | 672 | |
| | L | 156 | 18 | 7 | 16 | 9 | | | | | | 9 | 1008 | |
| | L | 156 | 18 | 6 | 4 | 6,6 | 0,4 | | | | | 7 | 1068 | ASCENSOR |
| | O | 157 | 10 | 166 | 4 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,15 | 1,91 | 1268,24 | | |
| 50*70 | L | 151 | 18 | 6 | 4 | 9,0 | 0,4 | | | | 10 | 240 | | |
| | O | 152 | 10 | 166 | 4 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,15 | 2,31 | 240,48 | | |
| | G | 153 | 10 | 332 | 4 | 0,44 | 0,08 | 0,08 | | | 0,6 | 796,8 | | |
| | L | 155 | 18 | 6 | 4 | 5,7 | 0,3 | | | | 7 | 108 | | |
| | L | 155 | 18 | 6 | 4 | 5,7 | 0,3 | | | | 6 | 144 | | |
| | L | 156 | 18 | 6 | 4 | 9 | | | | | 9 | 216 | | |
| | L | 159 | 18 | 14 | 2 | 5,5 | 0,3 | 0,2 | | | 6 | 168 | HALL ENTRADA | |
| | O | 152 | 10 | 54 | 2 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,44 | 0,15 | 2,31 | 240,48 | | |
| | G | 153 | 10 | 54 | 2 | 0,64 | 0,08 | 0,08 | | | 0,8 | 86,4 | | |
| | O | 154 | 10 | 54 | 2 | 0,32 | 0,44 | 0,32 | 0,44 | 0,15 | 1,67 | 180,36 | | |
| CAJA MAQUINAS | L | 159 | 16 | 8 | 4 | 3,8 | 0,2 | | | | 4 | 128 | CAJA DE ASCENSOR | |
| | O | 157 | 10 | 32 | 4 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | 0,15 | 1,91 | 244,48 | | |
| ASCENSOR | L | 156 | 18 | 6 | 4 | 0,44 | 0,08 | 0,08 | | | 0,6 | 153,6 | | |
| | G | 158 | 10 | 64 | 4 | 0,44 | 0,08 | 0,08 | | | 0,6 | 153,6 | | |

| FI mm | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 |
|------------|-------|----------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|----------|
| LONGITUD m | 0,00 | 15675,04 | 0,00 | 0,00 | 128,00 | 5336,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Kg/m | 0,355 | 0,617 | 0,888 | 1,208 | 1,578 | 1,998 | 2,465 | 2,984 | 3,853 |
| Kg | 0,00 | 9671,50 | 0,00 | 0,00 | 201,98 | 11060,93 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| TOTAL Kg | | | | | | | | | 20934,41 |

LAS DIMENSIONES PREVALECN SOBRE EL DIBUJO

3.4.7. Empalmes de varillas
a. **Traslapes**
En columnas, muros y vigas, el traslape del refuerzo longitudinal se realizará en forma alternada.
Se destaca que:
• En ningún caso se podrá traslapar más del 50% del refuerzo en la longitud de traslape.
• La distancia entre traslapes alternos debe ser mayor que 30 veces el diámetro de la varilla de refuerzo.

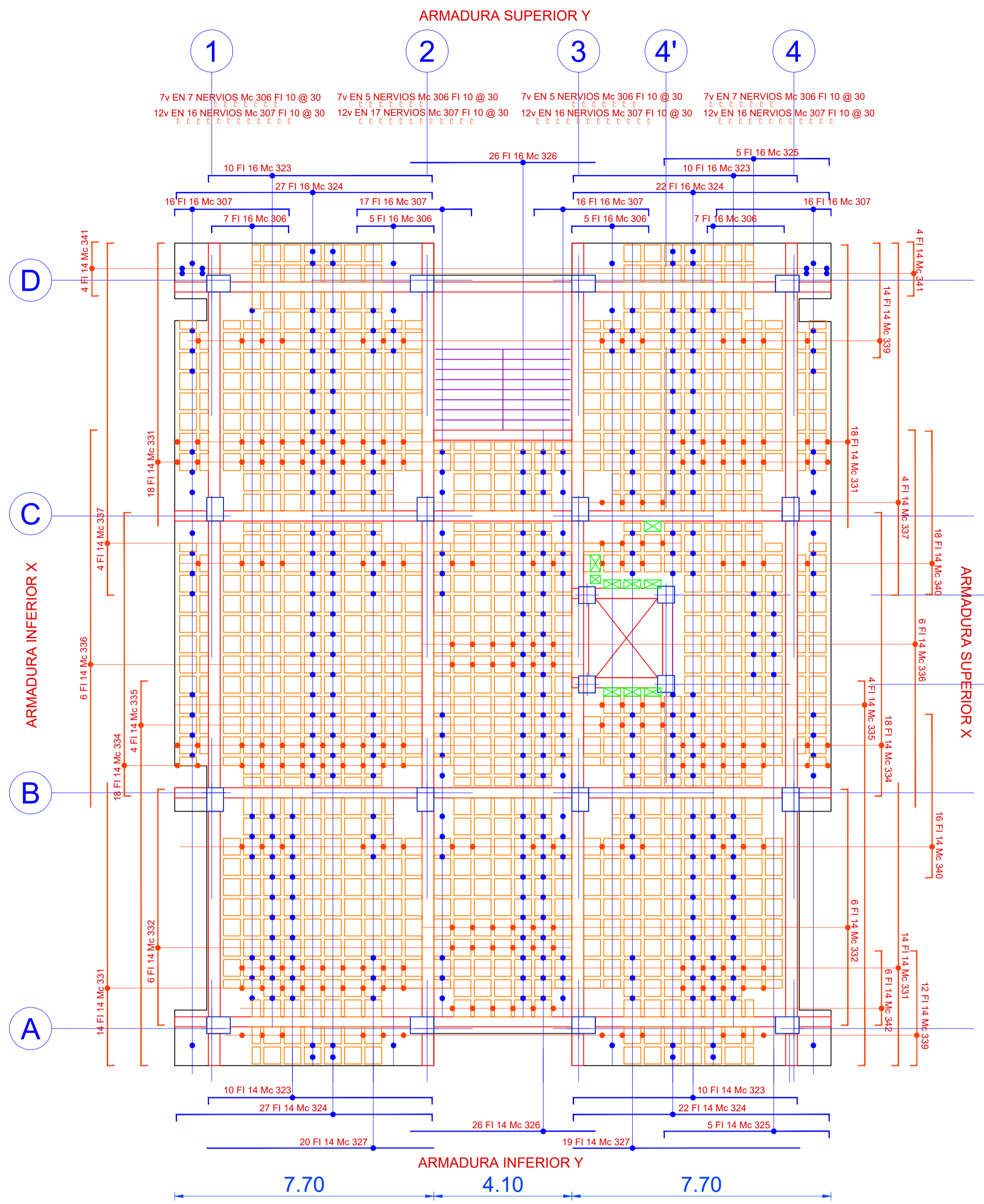
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES
1. HORMIGÓN ELEMENTOS ESTRUCTURALES f_c = 240 kg/cm²
2. ACERO DE REFUERZO f_y = 4200 kg/cm²
3. LOS NIVELES SON LOS INDICADOS EN LOS PLANOS
4. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 20 T/m²
5. CAMBIOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL NO SON PERMITIDOS, SALVO APROBACIÓN DEL CALCULISTA



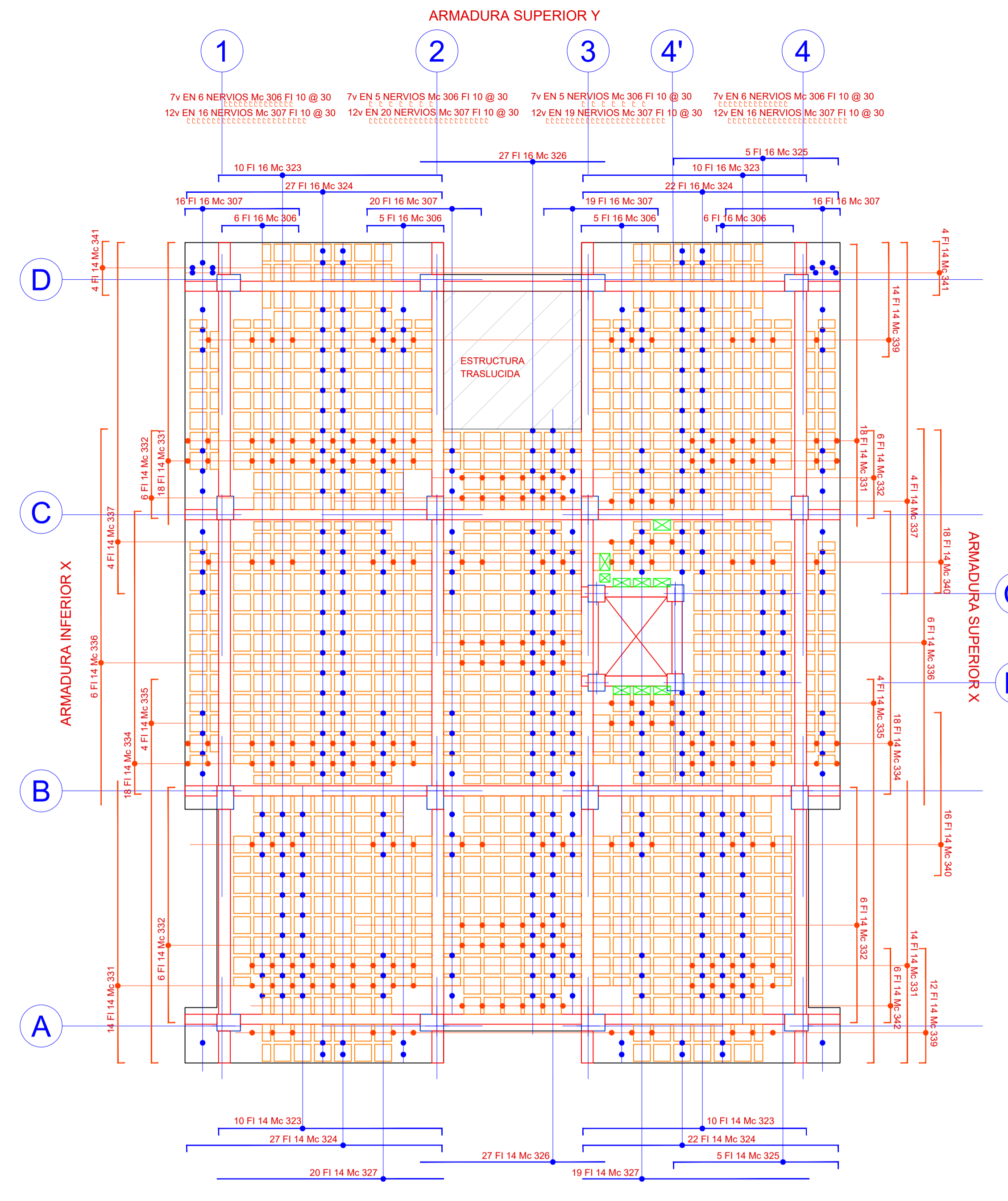
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS

| | | |
|---|---|-----------|
| UBICACIÓN: AVDA. LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: 2 |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: MARZO 2018 | DE: 7 |
| CONTIENE: COLUMNAS | | |
| PROPIETARIO: DR. GALO NARANJO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | DISEÑO ESTRUCTURAL: ING. FRANCISCO SUAREZ A. RM: 18-335 RM-1009 | |

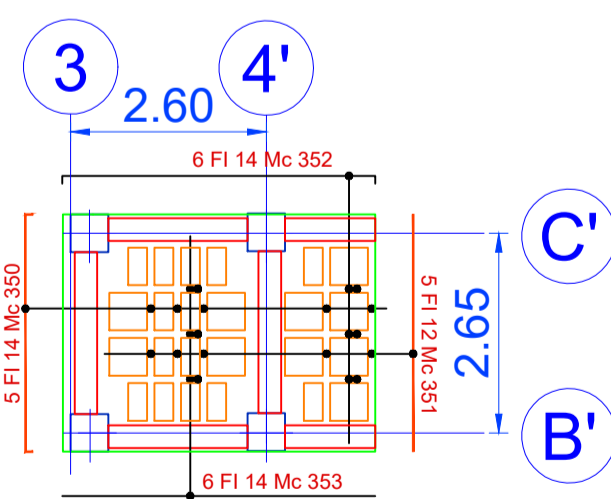
NOTA:
EL SIGUIENTE PLANO FUE PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE ESTUDIO
EL CÁLCULO ESTRUCTURAL FUE REALIZADO POR EL INGENIERO FRANCISCO SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO NARANJO.



LOSA Nv. +5.32 y Nv. 8.56



LOSA Nv. +11.80



LOSA NIVEL +15.04

Escala 1:100

Nota: las dimensiones podrán variar acorde al requerimiento del ascensor

NOTA: EN LAS LOSAS DE ÚLTIMO NIVEL, COMO LA CUBIERTA DE INGRESO AL BLOQUE EN Nv. +2.08 ; LOSA DE CUBIERTA Nv. +11.80 Y LOSA DEL DUCTO DE ASCENSOR Nv.+15.04 SE COLOCARÁ UNA MALLA DE TEMPERATURA FI 8mm CADA 20cm DE SEPARACIÓN.

NOTA: EN 21 NERVIOS CON Mc 305 FI 10 @ 30 = COLOCAR 20 VINCHAS DE CORTE EN CADA NERVIOS DE LOSA QUE CONTenga EL REFUERZO NEGATIVO Mc 305 @ 30 cm

| PANEL | Casetones | | | |
|---------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | Nv. +1.16 50'x50'-20' | Nv.+2.08 50'x50'-20' | Nv.+5.32; 8.56 - 11.20 50'x50'-20' | Nv.+15.04 50'x50'-20' |
| PANEL 1 | 6 | 7 | 12 | 2 |
| PANEL 2 | 6 | 7 | 12 | 2 |
| PANEL 3 | 6 | 7 | 12 | 2 |
| PANEL 4 | 6 | 7 | 12 | 2 |
| PANEL 5 | 6 | 7 | 12 | 2 |
| PANEL 6 | 14 | 7 | 8 | 7 |
| PANEL 7 | 96 | 7 | 96 | 7 |
| PANEL 8 | 17 | 7 | 17 | 7 |
| PANEL 9 | 96 | 7 | 96 | 7 |
| PANEL 10 | 14 | 7 | 8 | 7 |
| PANEL 11 | 20 | 10 | 12 | 10 |
| PANEL 12 | 114 | 20 | 114 | 20 |
| PANEL 13 | 80 | 14 | 80 | 14 |
| PANEL 14 | 82 | 19 | 82 | 19 |
| PANEL 15 | 28 | 7 | 8 | 10 |
| PANEL 16 | 14 | | | |
| PANEL 17 | 98 | 5 | 96 | 7 |
| PANEL 18 | 70 | 7 | 17 | 69 |
| PANEL 19 | 98 | 5 | 96 | 7 |
| PANEL 20 | 14 | | | |
| PANEL 21 | 4 | 5 | 10 | 2 |
| PANEL 22 | 4 | 5 | 10 | 2 |
| PANEL 23 | 4 | 5 | 10 | 2 |
| PANEL 24 | 4 | 5 | 10 | 2 |
| PANEL 25 | 4 | 5 | 10 | 2 |
| SUBTOTAL | 777 | 209 | 829 | 172 |
| No. ELEMENTOS | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | 777 | 209 | 829 | 172 |

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

10.12.1 — Debe colocarse concreto de resistencia igual a la especificada para la columna en el entrepiso en la zona de la columna. La superficie superior del concreto de la columna debe extenderse 600 mm dentro de la losa a partir de la cara de la columna. El concreto de la columna debe ser monolítico con el concreto del piso y debe colocarse de acuerdo con 6.4.6 y 6.4.7.

Tabla 25.3.2 — Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos, amarres y estribos cerrados de confinamiento

| Tipo de gancho estándar | Diámetro de la barra | Extensión mínima del doblado, mm | Extensión mínima del doblado, mm | Tipo de gancho estándar |
|-------------------------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Gancho de 90 grados | No. 10 a No. 16 | 4d _b | Máximo de 4d _b y 75 mm | Diámetro de 90 grados |
| | No. 19 a No. 25 | 6d _b | — 12d _b | |
| Gancho de 135 grados | No. 10 a No. 16 | 4d _b | Máximo de 4d _b y 75 mm | Diámetro de 135 grados |
| | No. 19 a No. 25 | 6d _b | — 12d _b | |
| Gancho de 180 grados | No. 10 a No. 16 | 4d _b | Máximo de 4d _b y 65 mm | Diámetro de 180 grados |
| | No. 19 a No. 25 | 6d _b | — 12d _b | |

El gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento incluye el diámetro interior del doblado específico y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión sume la resistencia de anclaje del gancho.

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----|----|----------|---------|-------|------|------|---|---|---------------|-------------|---------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varilla | Extens. | a | b | c | d | e | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| LOSAS Nv. +5.32 | C | 325 | 14 | 20 | 2 | 6.05 | 4.30 | 0.20 | | | 7.05 | 282.00 | |
| ARMADURAS | C | 324 | 14 | 49 | 2 | 7.00 | 0.20 | 0.20 | | | 8.00 | 784.00 | |
| SENTIDO Y | C | 325 | 14 | 5 | 2 | 4.00 | 0.20 | 0.20 | | | 5.30 | 53.00 | |
| ARMADURAS | I | 326 | 14 | 26 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 312.00 | |
| SENTIDO Y | I | 327 | 14 | 39 | 2 | 7.00 | | | | | 7.00 | 546.00 | |
| ARMADURAS | C | 326 | 16 | 28 | 2 | 2.30 | 0.20 | 0.20 | | | 2.70 | 140.40 | |
| SENTIDO Y | C | 307 | 16 | 65 | 1 | 3.00 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 520.00 | |
| ARMADURAS | C | 323 | 16 | 20 | 2 | 6.65 | 0.20 | 0.20 | | | 7.05 | 282.00 | |
| SENTIDO Y | C | 324 | 16 | 49 | 2 | 7.60 | 0.20 | 0.20 | | | 8.00 | 784.00 | |
| ARMADURAS | C | 325 | 16 | 5 | 2 | 4.00 | 0.20 | 0.20 | | | 5.30 | 53.00 | |
| SENTIDO Y | I | 326 | 16 | 26 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 312.00 | |
| ARMADURAS | I | 331 | 14 | 32 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.60 | 550.40 | |
| SENTIDO X | C | 332 | 14 | 6 | 2 | 7.00 | 0.20 | 0.20 | | | 7.40 | 88.80 | |
| ARMADURAS | C | 334 | 14 | 18 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.80 | 316.80 | |
| SENTIDO X | C | 335 | 14 | 4 | 2 | 11.40 | 0.20 | 0.20 | | | 11.80 | 94.40 | |
| ARMADURAS | L | 336 | 14 | 6 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.60 | 103.20 | |
| SENTIDO X | C | 337 | 14 | 4 | 2 | 10.15 | 0.20 | 0.20 | | | 10.55 | 84.40 | |
| ARMADURAS | C | 341 | 14 | 4 | 2 | 1.60 | 0.20 | 0.20 | | | 2.00 | 160.00 | |
| SENTIDO X | C | 332 | 14 | 6 | 2 | 7.00 | 0.20 | 0.20 | | | 7.40 | 88.80 | |
| ARMADURAS | C | 339 | 14 | 26 | 2 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 208.00 | |
| SENTIDO X | C | 342 | 14 | 6 | 2 | 2.20 | 0.20 | 0.20 | | | 2.60 | 31.20 | |
| ARMADURAS | C | 334 | 14 | 18 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.80 | 316.80 | |
| SENTIDO X | C | 335 | 14 | 4 | 2 | 11.40 | 0.20 | 0.20 | | | 11.80 | 94.40 | |
| ARMADURAS | L | 336 | 14 | 6 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.60 | 103.20 | |
| SENTIDO X | C | 340 | 14 | 4 | 2 | 4.80 | 0.20 | 0.20 | | | 5.20 | 353.60 | |
| ARMADURAS | C | 337 | 14 | 4 | 2 | 10.15 | 0.20 | 0.20 | | | 10.55 | 84.40 | |
| SENTIDO X | C | 341 | 14 | 4 | 2 | 1.60 | 0.20 | 0.20 | | | 2.00 | 160.00 | |

| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|--|--|--------------------|
| FI mm | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | |
| LONGITUD m | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3077.80 | 2991.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| Kg/m | 0.395 | 0.617 | 0.888 | 1.208 | 1.578 | 1.998 | 2.466 | 2.984 | 3.853 | | | |
| Kg | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6333.98 | 3340.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | TOTAL kg = 9434.21 |

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----|----|----------|---------|-------|------|------|---|---|---------------|-------------|---------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varilla | Extens. | a | b | c | d | e | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| LOSAS Nv. +11.80 | C | 325 | 14 | 20 | 2 | 6.05 | 4.30 | 0.20 | | | 7.05 | 141.00 | |
| ARMADURAS | C | 324 | 14 | 49 | 2 | 7.00 | 0.20 | 0.20 | | | 8.00 | 316.80 | |
| SENTIDO Y | C | 325 | 14 | 5 | 2 | 4.00 | 0.20 | 0.20 | | | 5.30 | 26.50 | |
| ARMADURAS | I | 326 | 14 | 27 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 162.00 | |
| SENTIDO Y | I | 327 | 14 | 39 | 2 | 7.00 | | | | | 7.00 | 273.00 | |
| ARMADURAS | C | 326 | 16 | 28 | 2 | 2.30 | 0.20 | 0.20 | | | 2.70 | 140.40 | |
| SENTIDO Y | C | 307 | 16 | 65 | 1 | 3.00 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 260.00 | |
| ARMADURAS | C | 323 | 16 | 20 | 2 | 6.65 | 0.20 | 0.20 | | | 7.05 | 141.00 | |
| SENTIDO Y | C | 324 | 16 | 49 | 2 | 7.60 | 0.20 | 0.20 | | | 8.00 | 392.00 | |
| ARMADURAS | C | 325 | 16 | 5 | 2 | 4.00 | 0.20 | 0.20 | | | 5.30 | 26.50 | |
| SENTIDO Y | I | 326 | 16 | 27 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 162.00 | |
| ARMADURAS | L | 331 | 14 | 32 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.60 | 275.20 | |
| SENTIDO X | C | 332 | 14 | 12 | 2 | 2.60 | 0.20 | 0.20 | | | 3.00 | 36.00 | |
| ARMADURAS | C | 334 | 14 | 18 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.80 | 158.40 | |
| SENTIDO X | C | 335 | 14 | 4 | 2 | 11.40 | 0.20 | 0.20 | | | 11.80 | 47.20 | |
| ARMADURAS | L | 336 | 14 | 6 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.60 | 51.60 | |
| SENTIDO X | C | 337 | 14 | 4 | 2 | 10.15 | 0.20 | 0.20 | | | 10.55 | 42.20 | |
| ARMADURAS | C | 341 | 14 | 4 | 2 | 1.60 | 0.20 | 0.20 | | | 2.00 | 80.00 | |
| SENTIDO X | C | 332 | 14 | 12 | 2 | 7.00 | 0.20 | 0.20 | | | 7.40 | 88.80 | |
| ARMADURAS | C | 339 | 14 | 26 | 2 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 104.00 | |
| SENTIDO X | C | 340 | 14 | 4 | 2 | 2.20 | 0.20 | 0.20 | | | 2.70 | 27.00 | |
| ARMADURAS | C | 334 | 14 | 18 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.80 | 158.40 | |
| SENTIDO X | C | 335 | 14 | 4 | 2 | 11.40 | 0.20 | 0.20 | | | 11.80 | 47.20 | |
| ARMADURAS | L | 336 | 14 | 6 | 2 | 8.40 | 0.20 | 0.20 | | | 8.60 | 51.60 | |
| SENTIDO X | C | 340 | 14 | 4 | 2 | 4.80 | 0.20 | 0.20 | | | 5.20 | 176.80 | |
| ARMADURAS | C | 337 | 14 | 4 | 2 | 10.15 | 0.20 | 0.20 | | | 10.55 | 42.20 | |
| SENTIDO X | C | 341 | 14 | 4 | 2 | 1.60 | 0.20 | 0.20 | | | 2.00 | 80.00 | |

| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|--|--|--------------------|
| FI mm | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | |
| LONGITUD m | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2879.10 | 1033.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| Kg/m | 0.395 | 0.617 | 0.888 | 1.208 | 1.578 | 1.998 | 2.466 | 2.984 | 3.853 | | | |
| Kg | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3236.35 | 1599.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | TOTAL kg = 4836.29 |

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----|----|----------|---------|------|------|------|---|---|---------------|-------------|---------------|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | FI | #varilla | Extens. | a | b | c | d | e | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| REFUERZO A CORTA | | | | | | | | | | | | 0.00 | 0.00 |
| LOSA Nv. +5.32 8.56 | U | 306 | 10 | 182 | 2 | 0.07 | 0.18 | 0.07 | | | 0.32 | 116.48 | |
| LOSA Nv. +11.80 | U | 307 | 10 | 780 | 2 | 0.07 | 0.18 | 0.07 | | | 0.32 | 499.20 | |
| LOSA Nv. +15.04 | U | 306 | 10 | 154 | 1 | 0.07 | 0.18 | 0.07 | | | 0.32 | 49.28 | |
| LOSA Nv. +15.04 | U | 307 | 10 | 854 | 1 | 0.07 | 0.18 | 0.07 | | | 0.32 | 273.28 | |

| RESUMEN: | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|-------------------|
| FI mm | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | |
| LONGITUD m | 0.00 | 938.24 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| Kg/m | 0.395 | 0.617 | 0.888 | 1.208 | 1.578 | 1.998 | 2.466 | 2.984 | 3.853 | | | |
| Kg | 0.00 | 578.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | TOTAL kg = 578.80 |

LAS DIMENSIONES PREVALECN SOBRE EL DIBUJO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS

| | | |
|-------------------------------|-------------------|-----------|
| UBICACIÓN: AVDA. LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: 4 |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: MARZO 2018 | DE: 7 |

CONTIENE:
LOSAS

| | |
|---|--|
| PROPIETARIO: DR. GALO NARANJO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | DISEÑO ESTRUCTURAL: ING. FRANCISCO SUAREZ A. RM: 18-335 RM: 1009 |
|---|--|

NOTA:
EL SIGUIENTE PLANO FUE PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE ESTUDIO
EL CÁLCULO ESTRUCTURAL FUE REALIZADO POR EL INGENIERO FRANCISCO SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO NARANJO.

PLANTA DE GRADAS
Escala -----1:50

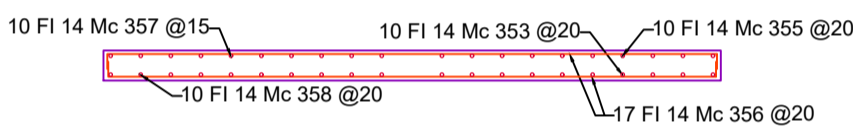
VIGA 25 x 50

NIVELES DE DESCANSO
Nv - 2.78 Nv + 0.46
Nv + 3.70 Nv + 6.94

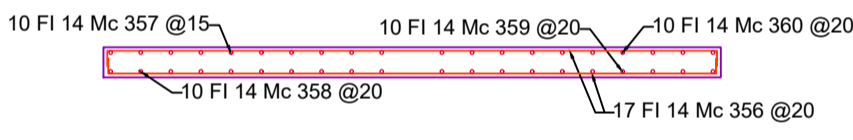
| | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|-------------------------|----|----|----|
| SUBEN 9 GRADAS 30x18 cm | | | | BAJAN 9 GRADAS 30x18 cm | | | |
| 10 | 28 | 46 | 64 | 9 | 27 | 45 | 63 |
| 11 | 29 | 47 | 65 | 8 | 26 | 44 | 62 |
| 12 | 30 | 48 | 66 | 7 | 25 | 43 | 61 |
| 13 | 31 | 49 | 67 | 6 | 24 | 42 | 60 |
| 14 | 32 | 50 | 68 | 5 | 23 | 41 | 59 |
| 15 | 33 | 51 | 69 | 4 | 22 | 40 | 58 |
| 16 | 34 | 52 | 70 | 3 | 21 | 39 | 57 |
| 17 | 35 | 52 | 71 | 2 | 20 | 38 | 56 |
| 18 | 36 | 54 | 72 | 1 | 19 | 37 | 55 |

NIVELES DE LLEGADA CADENA 1 (25 x 50)
Nv - 1.16 Nv + 2.08 Nv - 4.40 Nv - 1.16
Nv + 5.32 Nv + 8.56 Nv + 2.08 Nv + 5.32

PLANTA DE GRADAS
Escala -----1:50

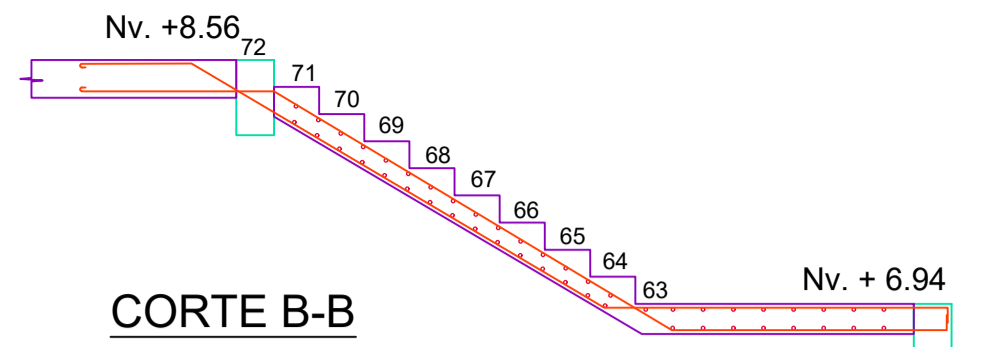


CORTE C-C Nv. -2.78

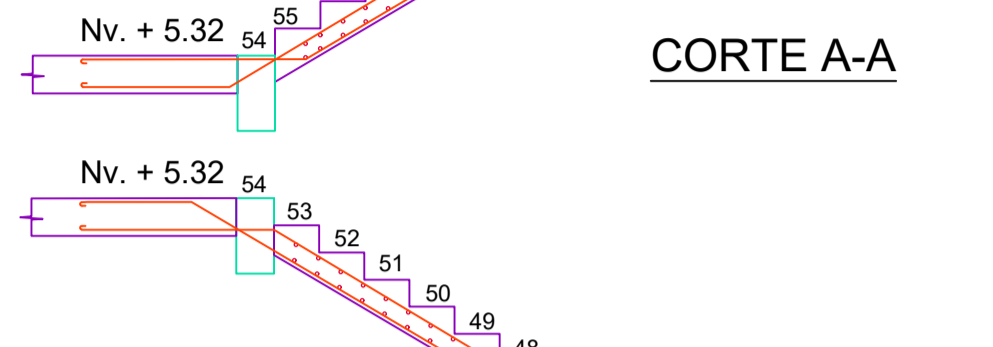


**CORTE C-C Nvs.
0.46 : 3.70 : 8.94**

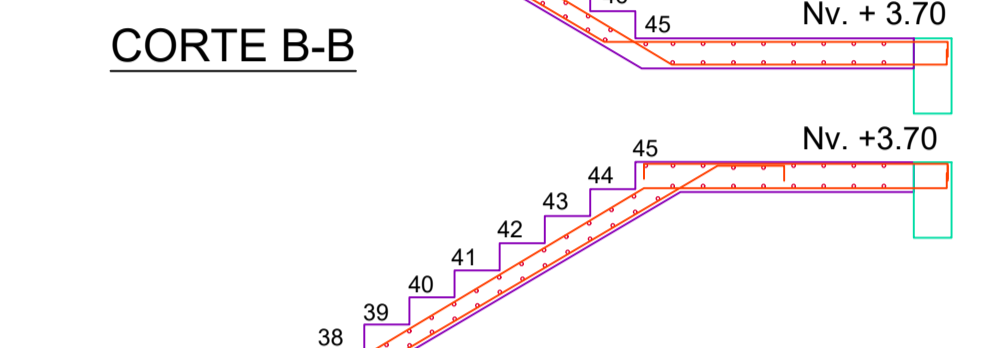
ELEVACION DE GRADAS
Escala -----1:50



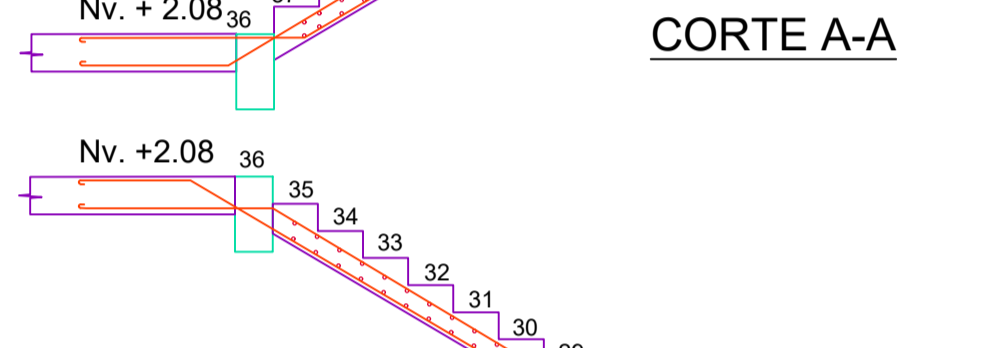
CORTE B-B



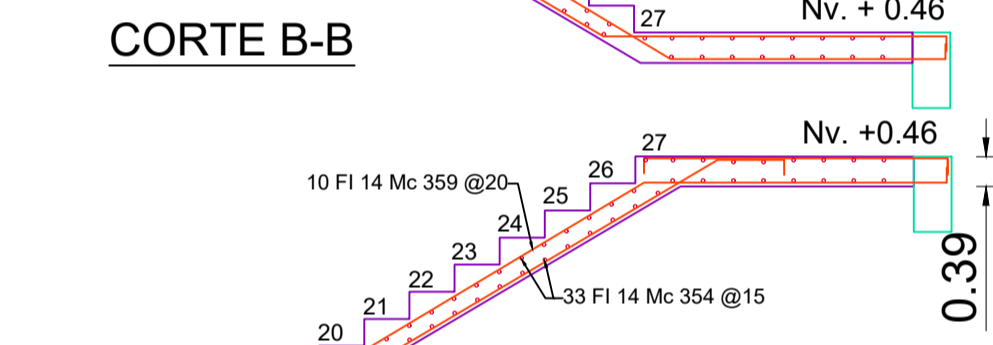
CORTE A-A



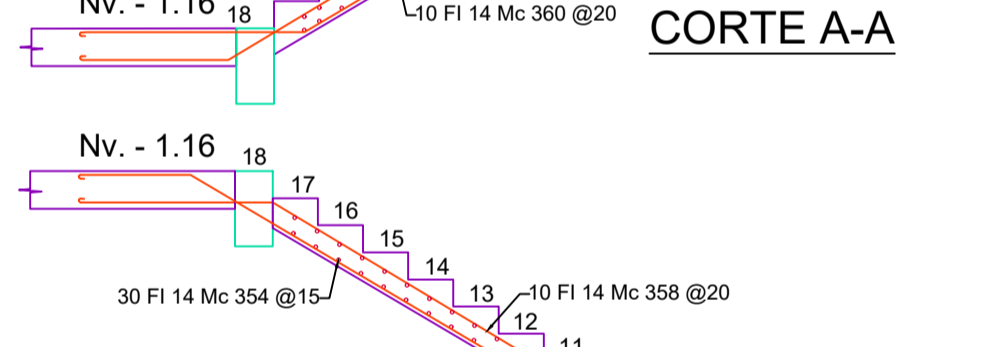
CORTE B-B



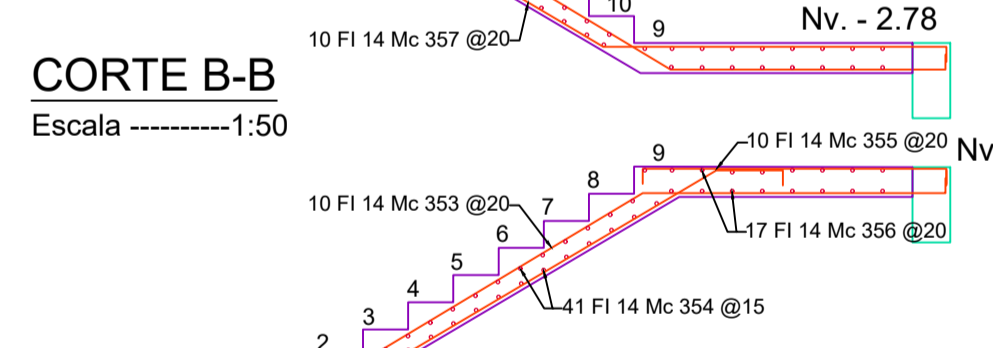
CORTE A-A



CORTE B-B

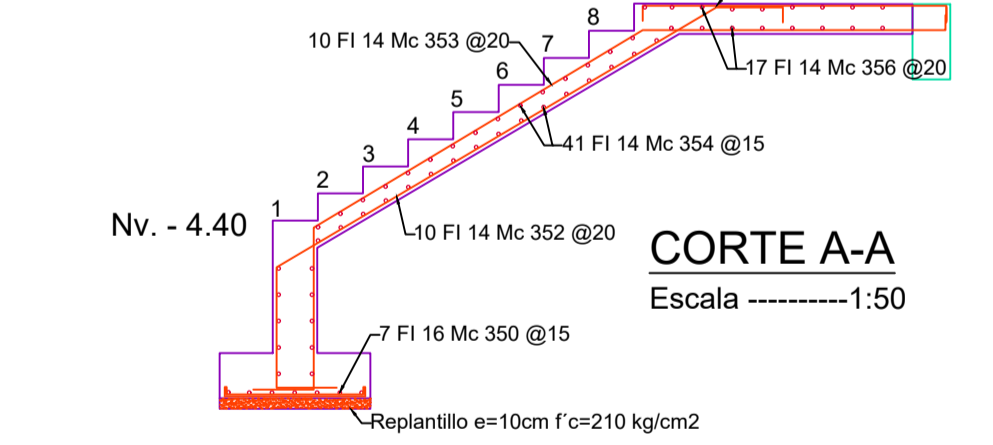


CORTE A-A



CORTE B-B

Escala -----1:50

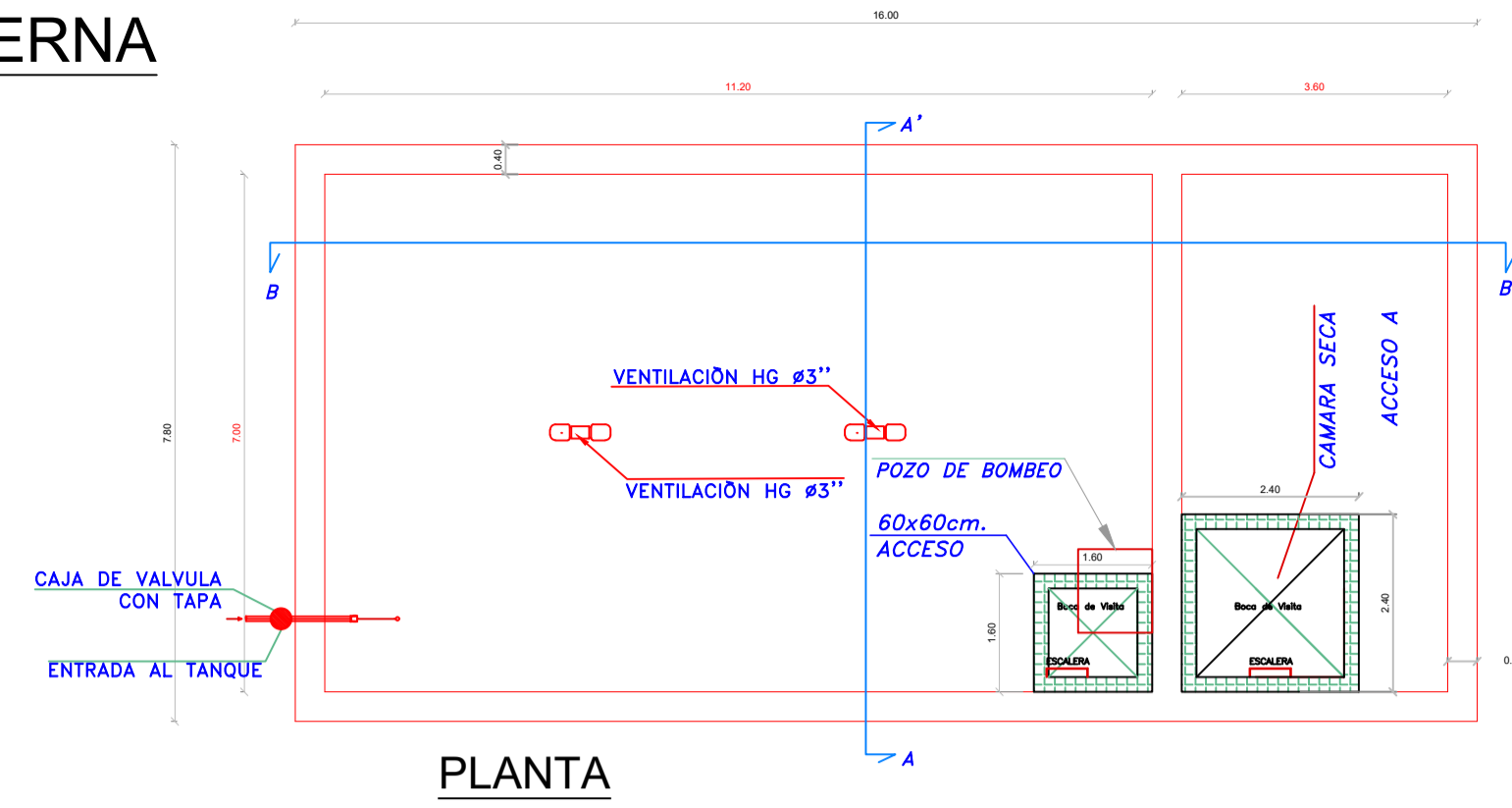


CORTE A-A

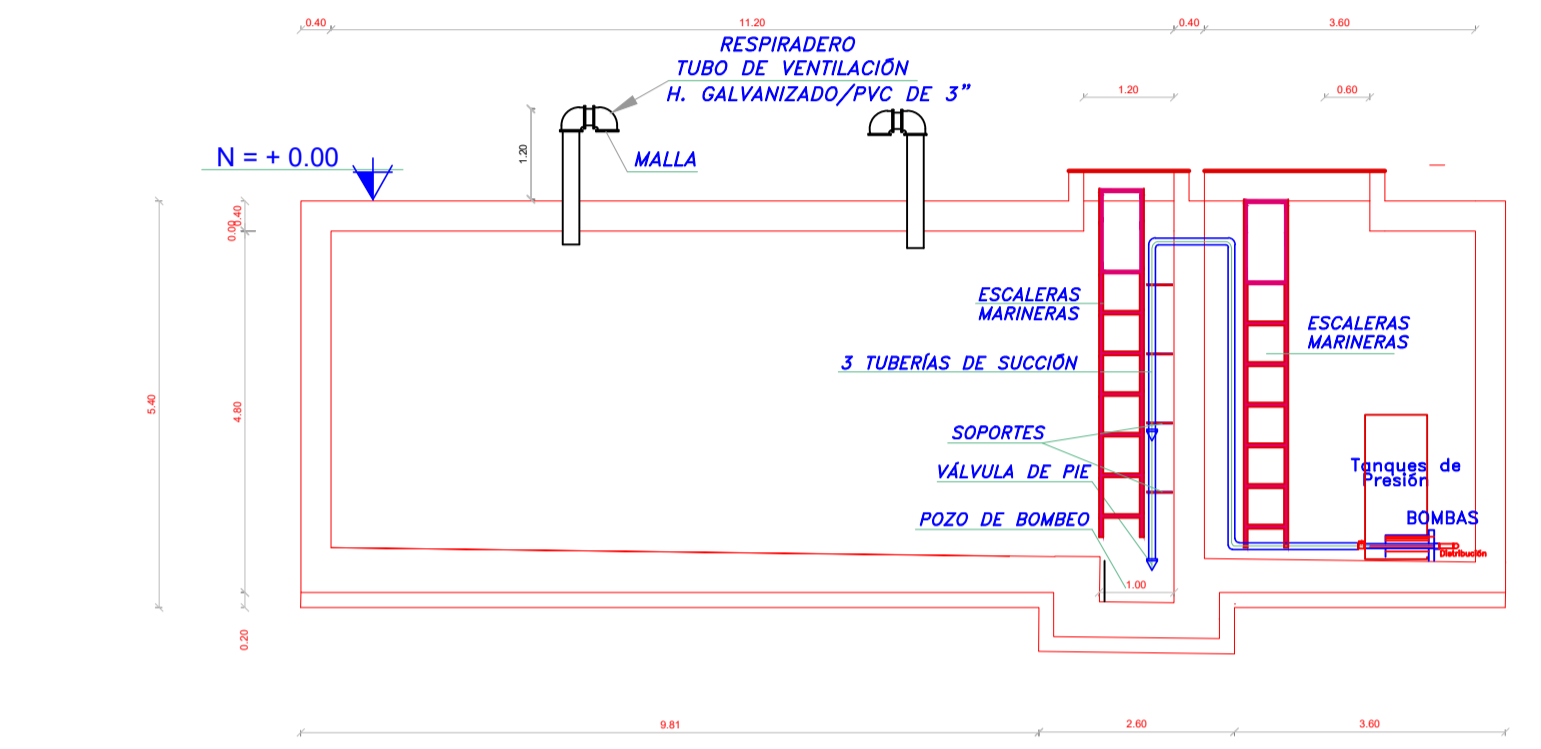
Escala -----1:50

Replanteo e=10cm f'c=210 kg/cm2

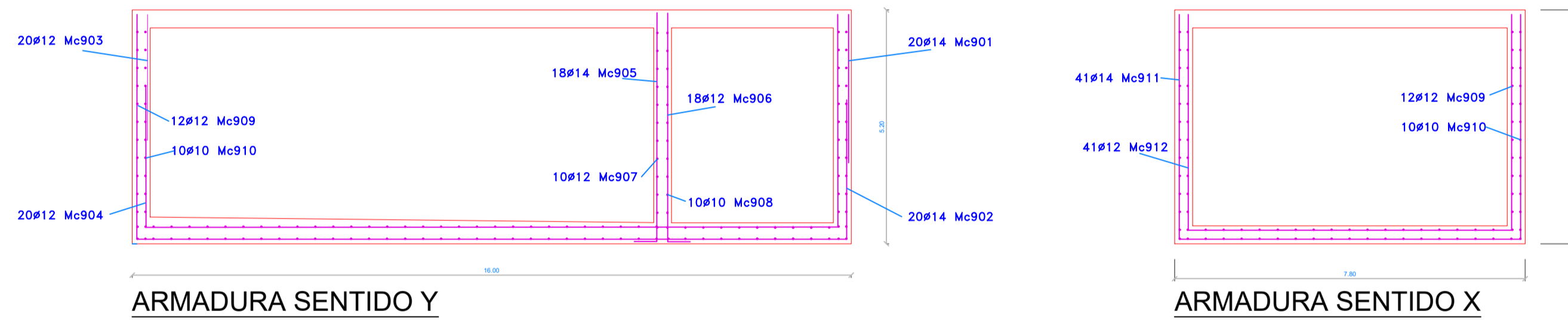
DETALLE CISTERNA



PLANTA



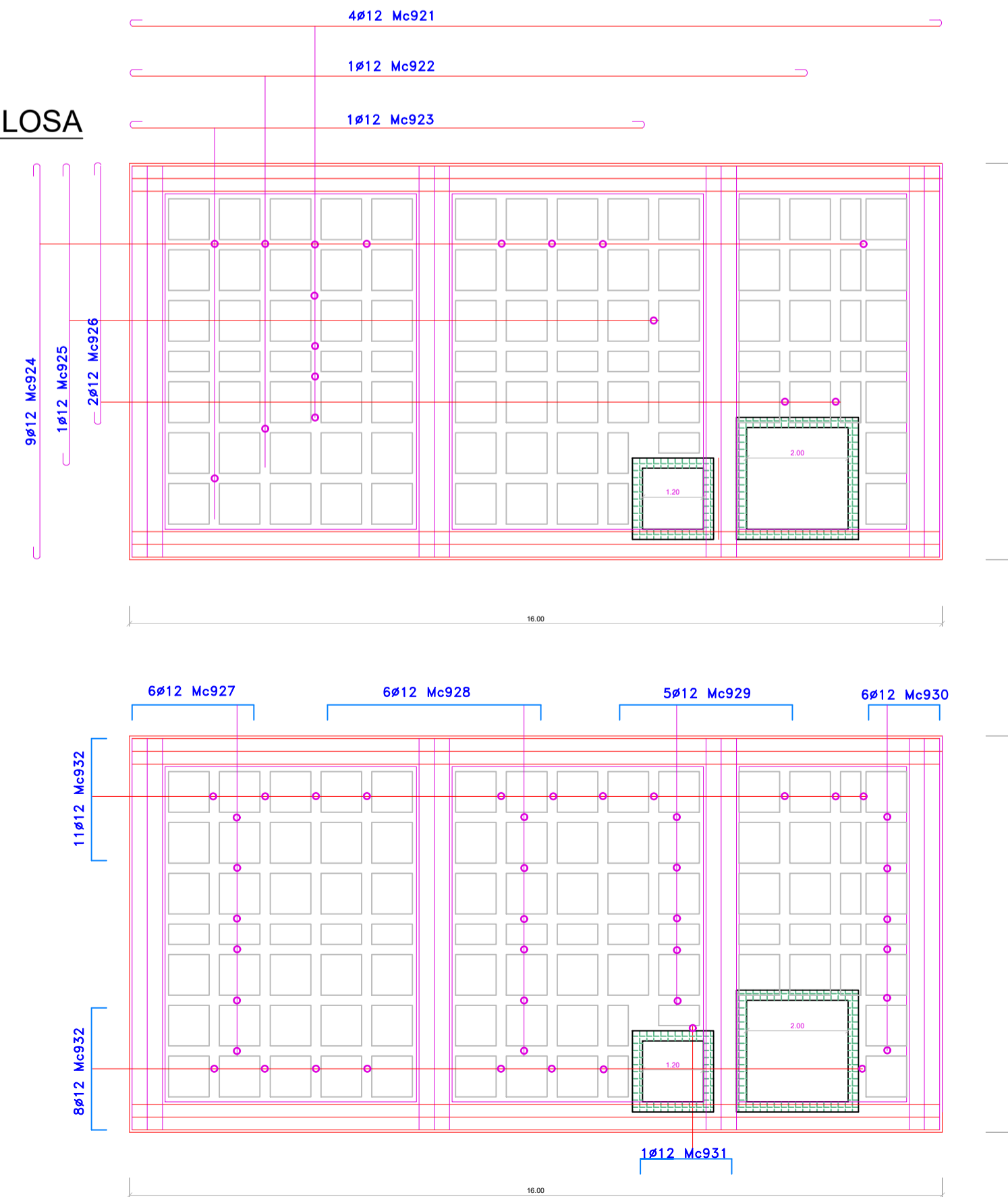
ELEVACION



ARMADURA SENTIDO Y

ARMADURA SENTIDO X

ARMADO ACEROS EN LOSA



PLANILLA DE HIERROS

| DENOMINACION | TIPO | Mc | # | # varillas | # estacas | a | b | c | d | e | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
|--------------|------|-----|----|------------|-----------|------|------|------|------|------|---|---------------|-------------|---------------|
| GRABAS | C | 350 | 16 | 7 | | 1.85 | 0.15 | 0.15 | | | | | 2.15 | 15.00 |
| | C | 351 | 16 | 13 | 1 | 0.85 | | | | | | | 0.85 | 11.00 |
| | M | 352 | 14 | 10 | 1 | 0.40 | 0.80 | 3.40 | 0.45 | 0.10 | | | 5.15 | 51.50 |
| | N | 353 | 14 | 10 | 1 | 0.40 | 1.10 | 2.60 | 2.00 | 0.10 | | | 6.20 | 62.00 |
| | I | 354 | 14 | 41 | 1 | 1.85 | | | | | | | 1.85 | 74.85 |
| | C | 355 | 14 | 10 | 4 | 2.00 | 0.10 | 0.10 | | | | | 2.20 | 88.00 |
| | I | 356 | 14 | 17 | 4 | 4.00 | | | | | | | 4.00 | 272.00 |
| | Z | 357 | 14 | 10 | 4 | 0.10 | 1.85 | 3.10 | 1.25 | 0.10 | | | 6.40 | 256.00 |
| | Y | 358 | 14 | 10 | 4 | 0.10 | 2.30 | 3.20 | 0.20 | 0.10 | | | 6.40 | 256.00 |
| | I | 354 | 14 | 30 | 4 | 1.85 | | | | | | | 1.85 | 222.00 |
| | W | 350 | 14 | 10 | 3 | 0.95 | 3.25 | 2.00 | 0.10 | 0.10 | | | 6.40 | 192.00 |
| | X | 360 | 14 | 10 | 3 | 1.50 | 3.20 | 0.45 | 0.10 | 0.10 | | | 5.35 | 192.00 |
| | I | 354 | 14 | 33 | 3 | 1.85 | | | | | | | 1.85 | 183.15 |

RESUMEN:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--------------------------|
| El mm | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | | | |
| LONGITUD m | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1819.00 | 26.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| Kgm | 0.395 | 0.617 | 0.888 | 1.208 | 1.578 | 1.998 | 2.466 | 2.984 | 3.853 | | | | | |
| Kg | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2197.35 | 41.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | TOTAL kg= 2288.54 |

PLANILLA DE HIERROS

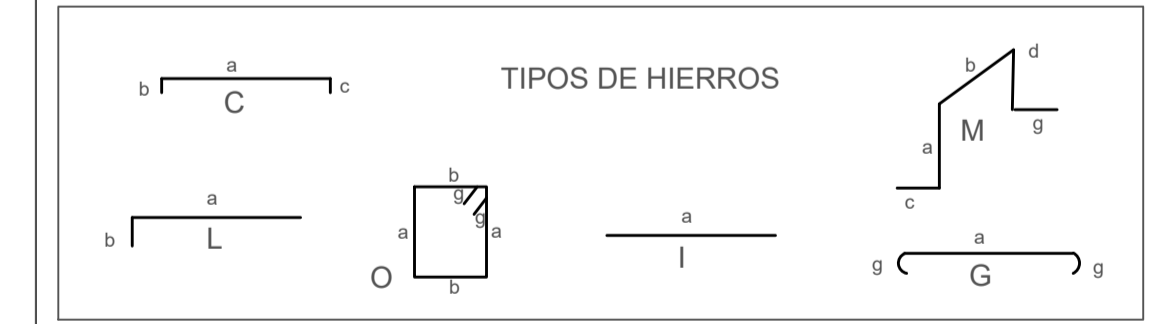
| DENOMINACION | TIPO | Mc | # | # varillas | # estacas | a | b | c | d | e | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
|--------------|------|-----|----|------------|-----------|------|------|------|------|------|---|---------------|-------------|---------------|
| ARMADURA | I | 900 | 14 | 20 | 1 | 2.50 | | | | | | | 2.50 | 50.00 |
| LONGITUDINAL | C | 900 | 14 | 20 | 1 | 1.20 | 7.95 | 2.75 | | | | | 12.00 | 240.00 |
| LADO ABERTO | I | 900 | 12 | 20 | 1 | 2.50 | | | | | | | 2.50 | 50.00 |
| | C | 900 | 12 | 20 | 1 | 1.60 | 7.75 | 2.60 | | | | | 12.00 | 240.00 |
| PARED | L | 900 | 14 | 18 | 1 | 2.88 | 0.52 | | | | | | 3.40 | 61.20 |
| INTERIOR | L | 900 | 12 | 18 | 1 | 2.88 | 0.52 | | | | | | 3.40 | 61.20 |
| ACERO | C | 900 | 12 | 18 | 1 | 0.51 | 3.83 | 0.51 | | | | | 4.85 | 88.50 |
| TRANSVERSAL | C | 900 | 10 | 10 | 1 | 0.51 | 3.83 | 0.51 | | | | | 4.85 | 88.50 |
| | C | 900 | 12 | 12 | 2 | 2.00 | 8.00 | 2.00 | | | | | 12.00 | 288.00 |
| | C | 900 | 10 | 10 | 2 | 2.00 | 8.00 | 2.00 | | | | | 12.00 | 288.00 |
| ARMADURA | C | 911 | 14 | 41 | 1 | 2.80 | 3.80 | 2.80 | | | | | 9.40 | 391.60 |
| LADO ABERTO | C | 912 | 12 | 41 | 1 | 2.60 | 3.60 | 2.60 | | | | | 9.01 | 360.41 |
| CANASTILLA | M | 914 | 12 | 7 | 1 | 0.50 | 0.40 | 0.80 | 0.40 | 0.50 | | | 2.60 | 18.20 |
| DEBILIPZA | M | 914 | 14 | 7 | 1 | 0.50 | 0.40 | 1.00 | 0.40 | 0.50 | | | 2.80 | 19.60 |
| SEPARADORES | M | 905 | 10 | 45 | 1 | 0.10 | 0.24 | 0.30 | 0.24 | 0.10 | | | 0.98 | 44.10 |
| | C | 906 | 10 | 45 | 1 | 0.10 | 0.24 | 0.30 | 0.24 | 0.10 | | | 0.98 | 44.10 |
| VIGA X | C | 917 | 12 | 6 | 2 | 7.90 | 0.15 | 0.15 | | | | | 8.20 | 98.40 |
| | O | 918 | 10 | 75 | 2 | 0.25 | 0.15 | 0.25 | 0.15 | 0.20 | | | 1.00 | 150.00 |
| VIGA Y | C | 909 | 12 | 6 | 4 | 3.80 | 0.10 | 0.10 | | | | | 4.00 | 96.00 |
| | O | 909 | 10 | 34 | 4 | 0.30 | 0.15 | 0.30 | 0.15 | 0.10 | | | 1.00 | 150.00 |
| LOSA | G | 923 | 12 | 4 | 1 | 7.90 | 0.15 | 0.15 | | | | | 8.20 | 98.40 |
| | G | 922 | 12 | 1 | 1 | 6.60 | 0.10 | 0.10 | | | | | 6.80 | 6.80 |
| | G | 925 | 12 | 1 | 1 | 5.00 | 0.10 | 0.10 | | | | | 5.20 | 5.20 |
| | G | 928 | 12 | 9 | 1 | 3.80 | 0.10 | 0.10 | | | | | 4.00 | 36.00 |
| | G | 925 | 12 | 1 | 1 | 2.90 | 0.15 | 0.15 | | | | | 3.20 | 3.20 |
| | G | 926 | 12 | 2 | 1 | 2.50 | 0.15 | 0.15 | | | | | 2.80 | 5.60 |
| | C | 927 | 12 | 6 | 1 | 1.20 | 0.15 | 0.15 | | | | | 1.50 | 9.00 |
| | C | 928 | 12 | 6 | 1 | 2.10 | 0.15 | 0.15 | | | | | 2.40 | 14.40 |
| | C | 929 | 12 | 5 | 1 | 1.70 | 0.15 | 0.15 | | | | | 2.00 | 10.00 |
| | C | 930 | 12 | 1 | 1 | 0.70 | 0.15 | 0.15 | | | | | 1.00 | 1.00 |
| | C | 931 | 12 | 5 | 1 | 0.70 | 0.15 | 0.15 | | | | | 1.00 | 5.00 |
| | C | 932 | 12 | 19 | 1 | 1.20 | 0.15 | 0.15 | | | | | 1.50 | 28.50 |

RESUMEN:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|--|--|--------------------------|
| El mm | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 25 | | | | | |
| LONGITUD m | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1819.00 | 26.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | |
| Kgm | 0.395 | 0.617 | 0.888 | 1.208 | 1.578 | 1.998 | 2.466 | 2.984 | 3.853 | | | | | |
| Kg | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2197.35 | 41.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | | TOTAL kg= 2597.66 |

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

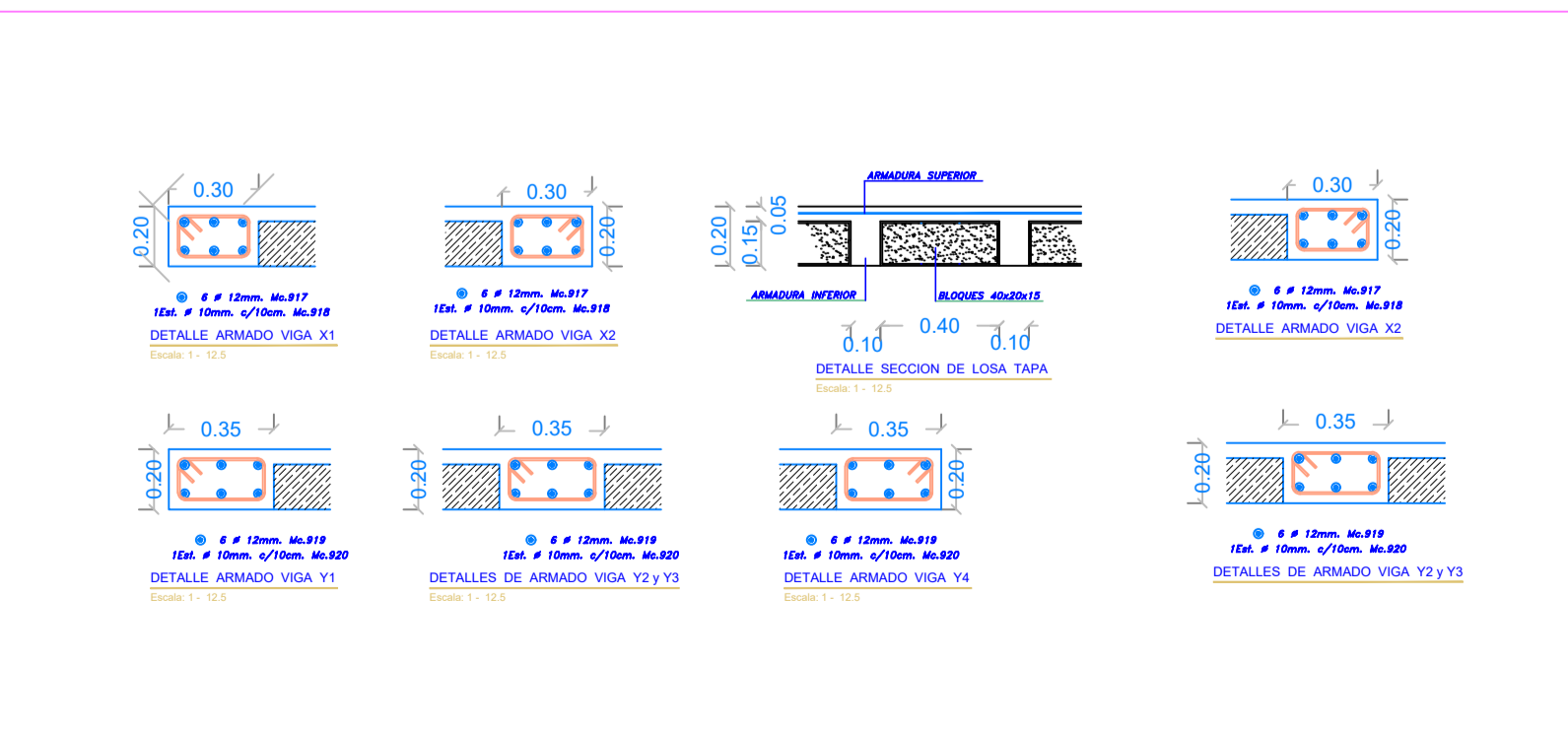
- HORMIGÓN ELEMENTOS ESTRUCTURALES Fc = 240 kg/cm2
- ACERO DE REFUERZO fy = 4200 kg/cm2
- LOS NIVELES SON LOS INDICADOS EN LOS PLANOS
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO 20 T/m2
- CAMBIOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL NO SON PERMITIDOS, SALVO APROBACIÓN DEL CALCULISTA

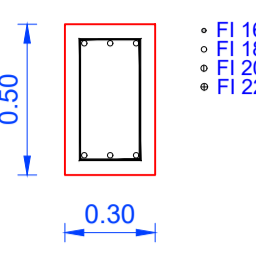
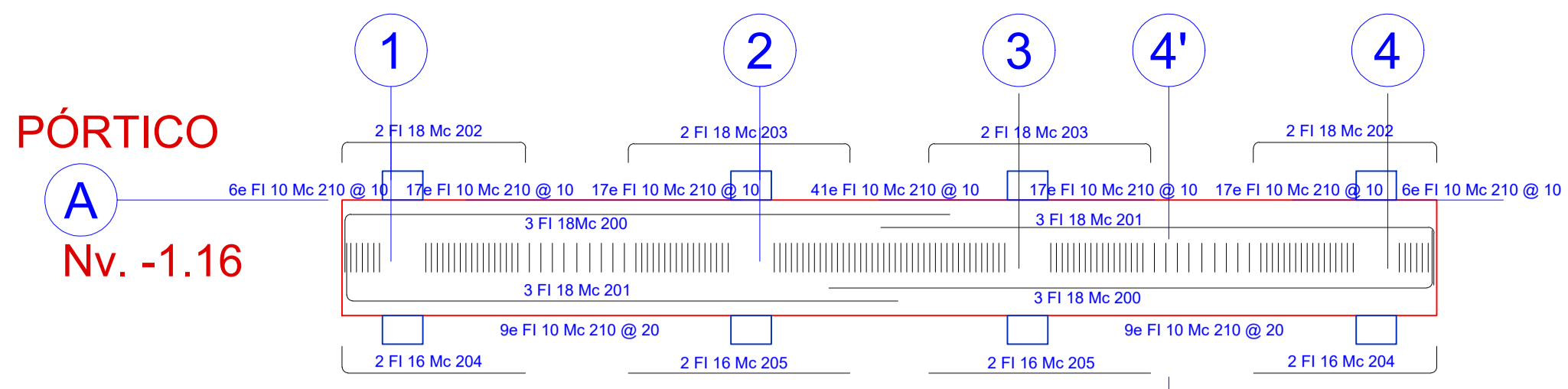


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
EDIFICIO DE CIENCIAS BÁSICAS

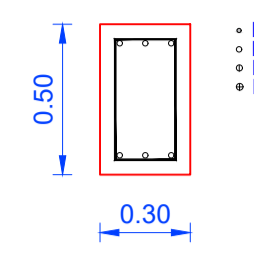
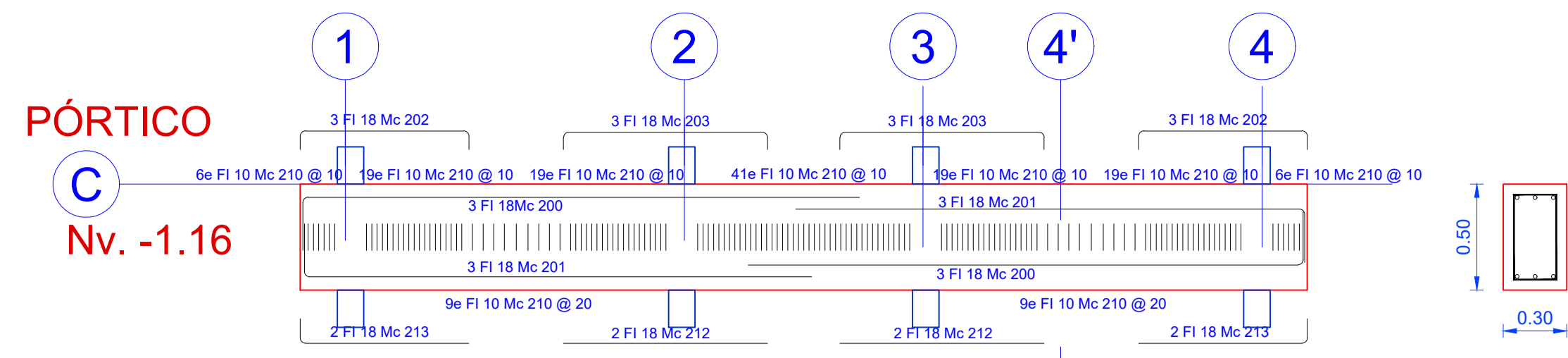
| | | |
|---|--|-----------|
| UBICACIÓN: AVDA. LOS CHASQUIS | CLAVE CAT.: | LÁMINA: 5 |
| ESCALAS: INDICADAS | FECHA: MARZO 2018 | DE: 7 |
| CONTIENE: PLANTA DE CIMENTACIÓN - CADENAS - MUROS | | |
| PROPIETARIO: DR. GALO NARANJO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO | DISEÑO ESTRUCTURAL: ING. FRANCISCO SUAREZ A. RM: 18-335 RM: 1009 | |

NOTA:
EL SIGUIENTE PLANO FUE PROPORCIONADO POR LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO PARA EL PRESENTE ESTUDIO
EL CÁLCULO ESTRUCTURAL FUE REALIZADO POR EL INGENIERO FRANCISCO SUAREZ BAJO LA ADMINISTRACIÓN DEL RECTORADO DIRIGIDO POR EL DR. GALO NARANJO.

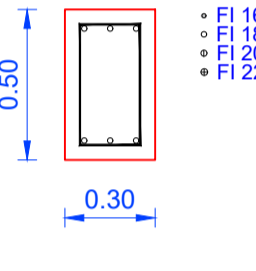
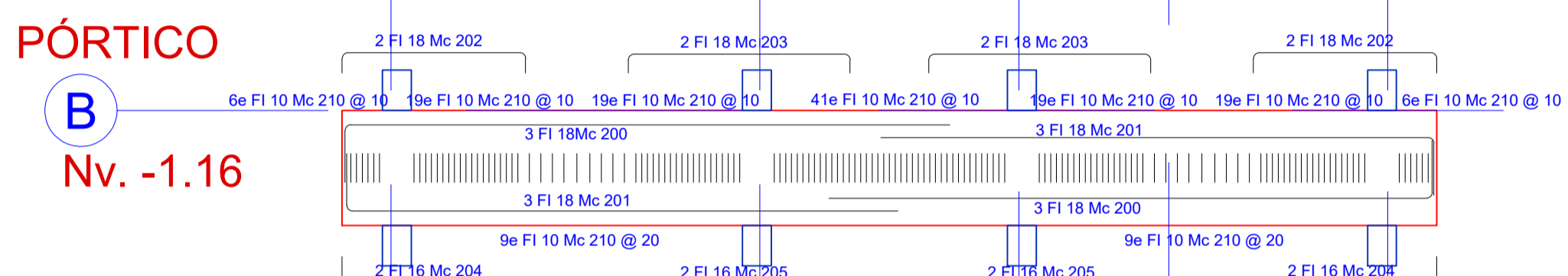
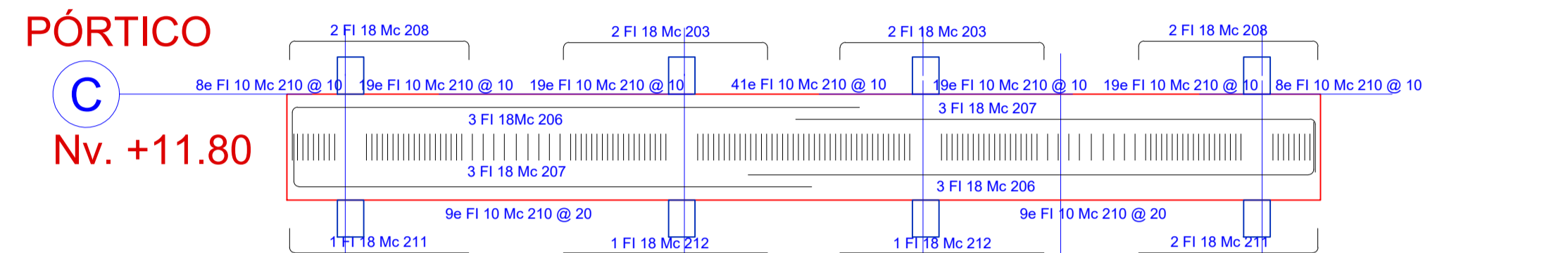
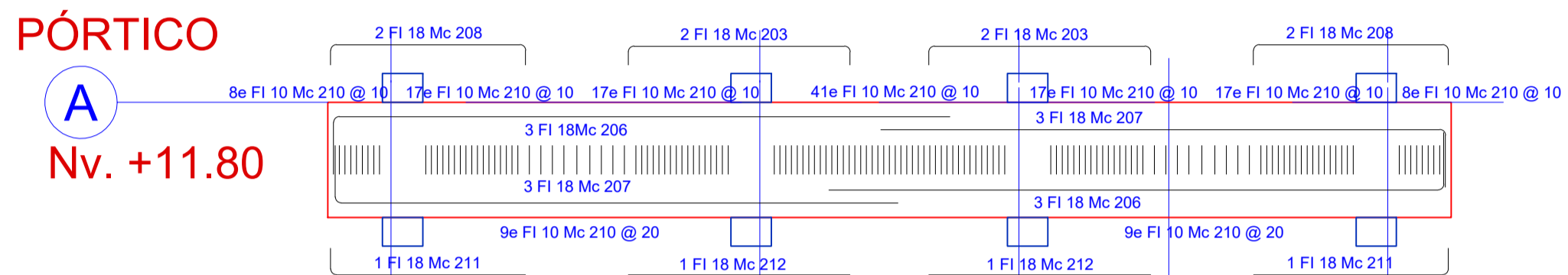
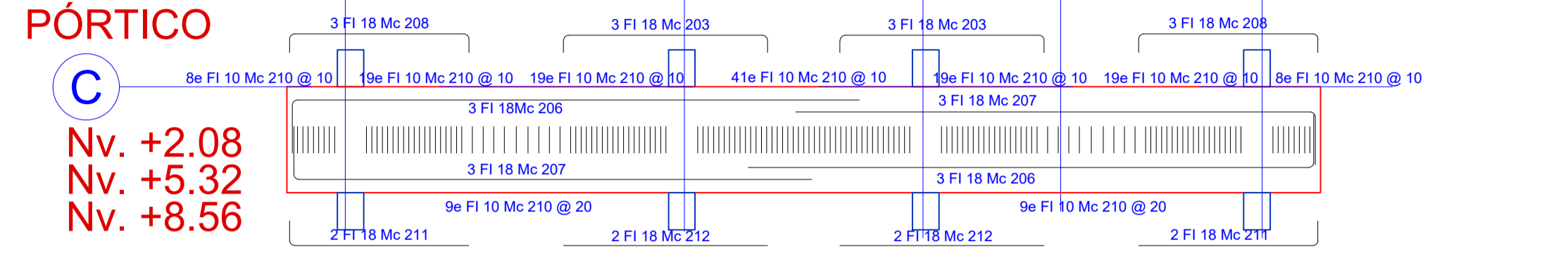
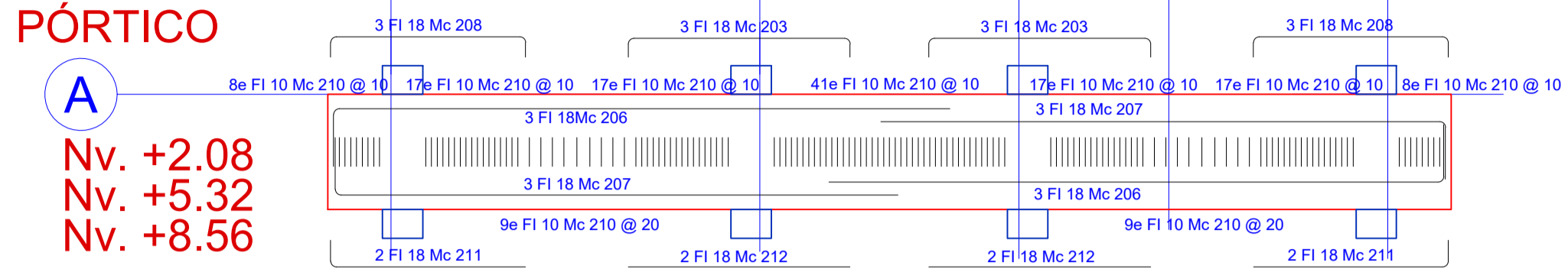




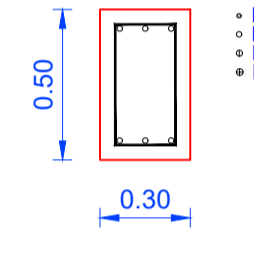
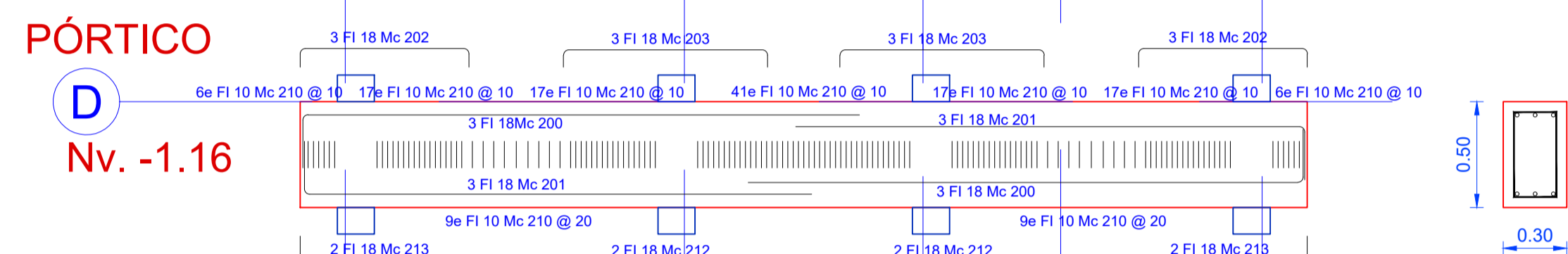
SECCIÓN DE VIGA



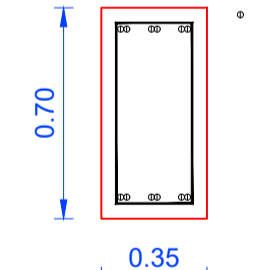
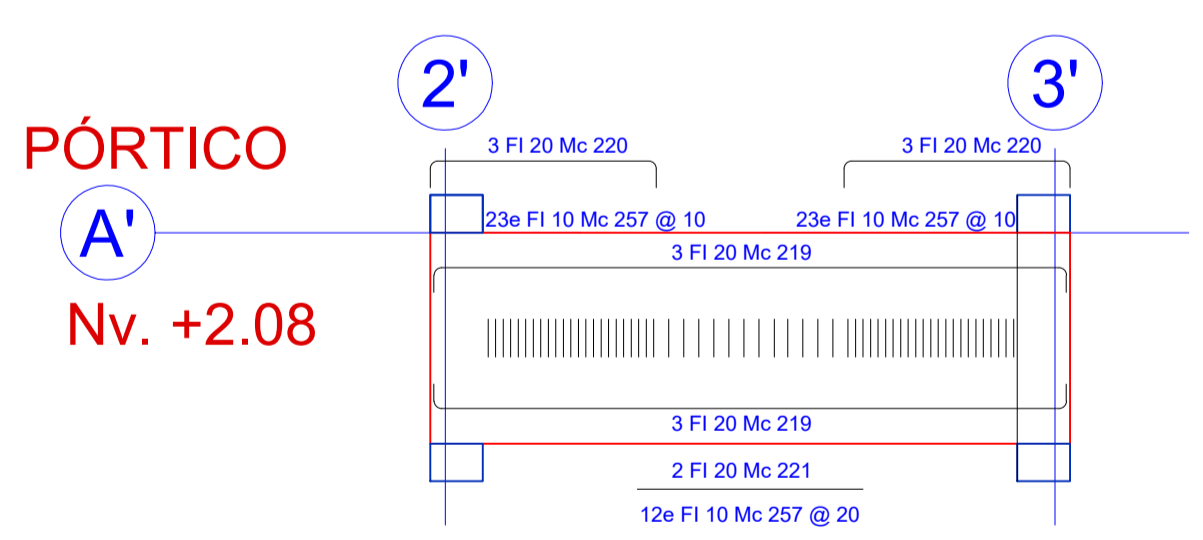
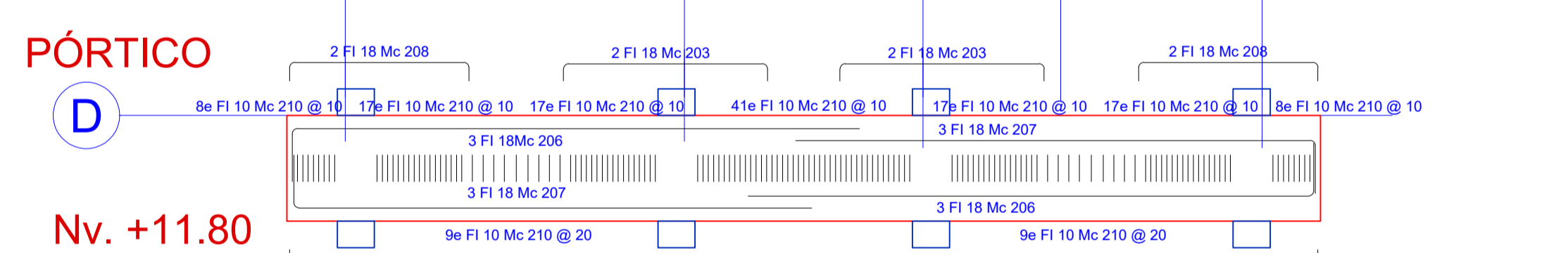
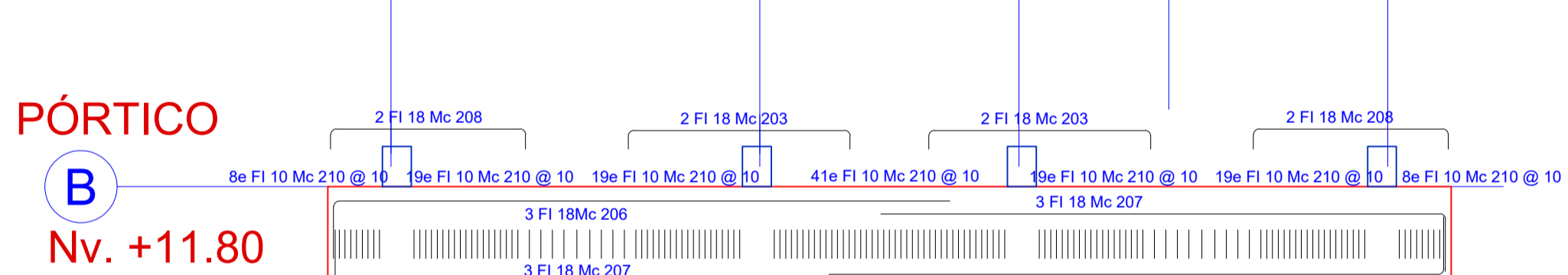
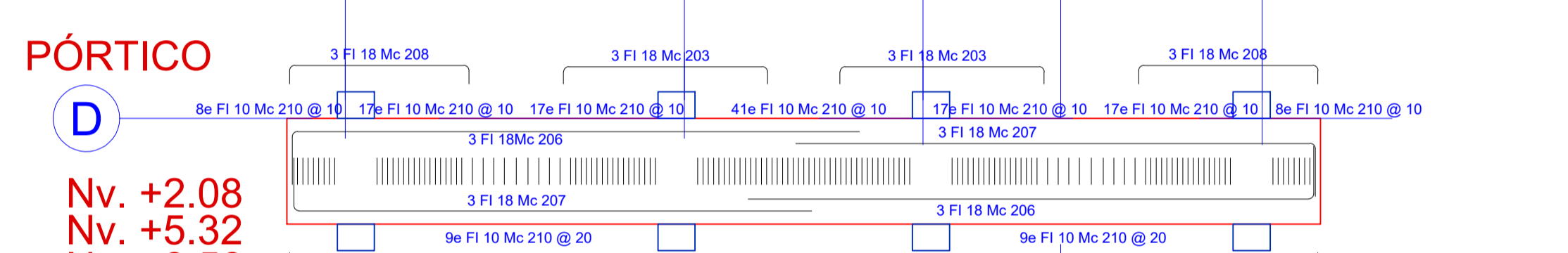
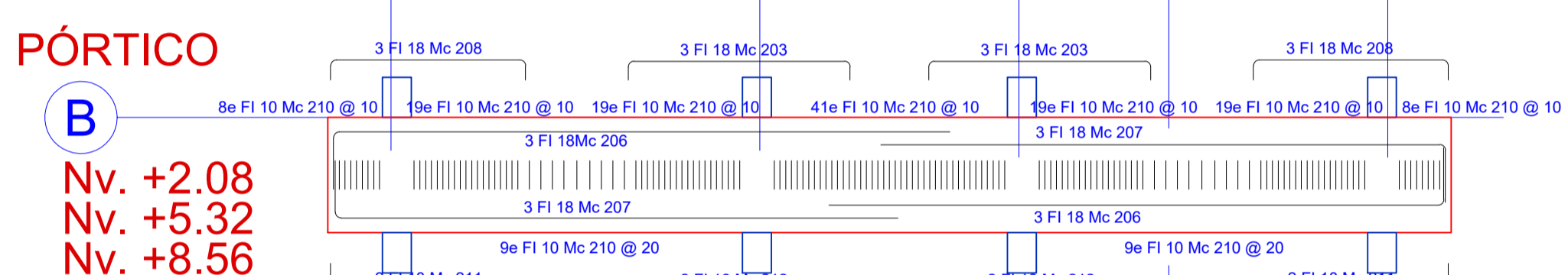
SECCIÓN DE VIGA



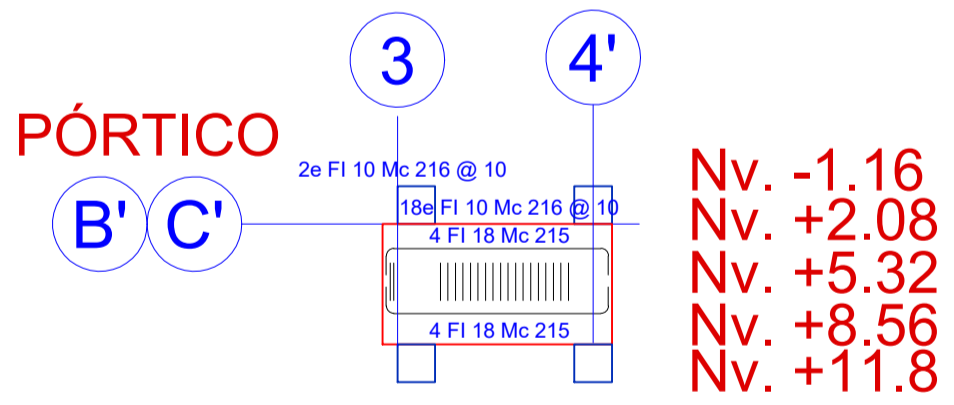
SECCIÓN DE VIGA



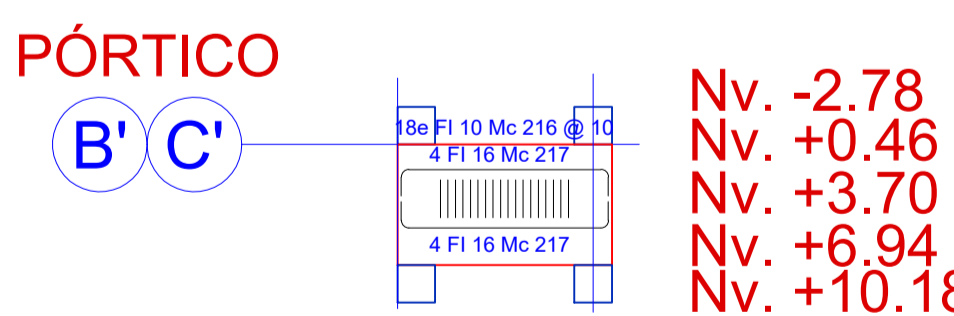
SECCIÓN DE VIGA



SECCIÓN DE VIGA

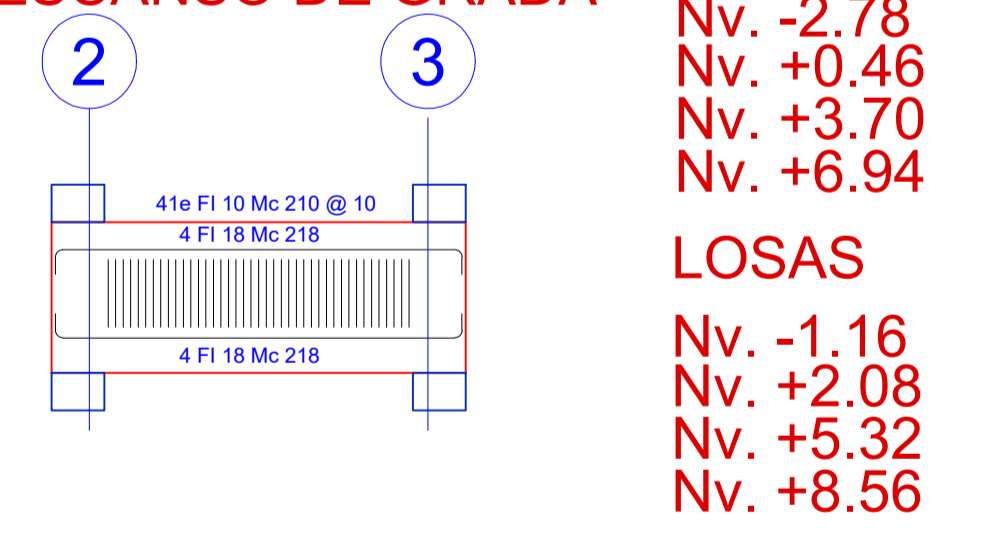


SECCIÓN DE VIGA



SECCIÓN DE VIGA

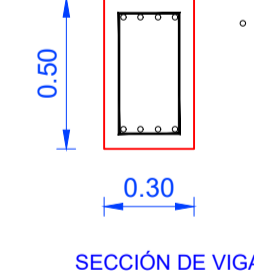
ARRANQUE DE GRADA DESCANSOS



Nv. -2.78
Nv. +0.46
Nv. +3.70
Nv. +6.94

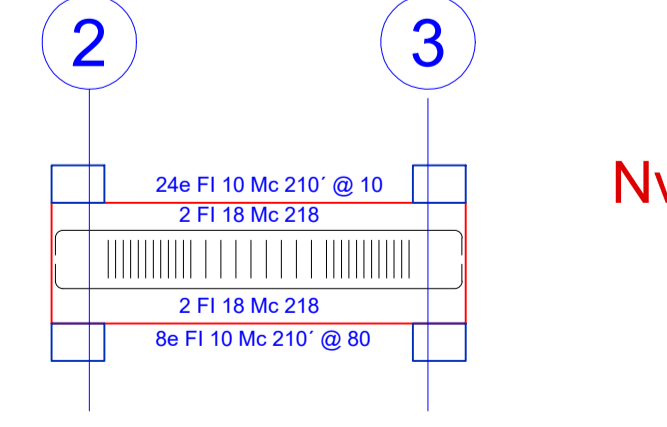
LOSAS

Nv. -1.16
Nv. +2.08
Nv. +5.32
Nv. +8.56



SECCIÓN DE VIGA

BORDE EN POSO DE LUZ



Nv. +2.08



SECCIÓN DE VIGA

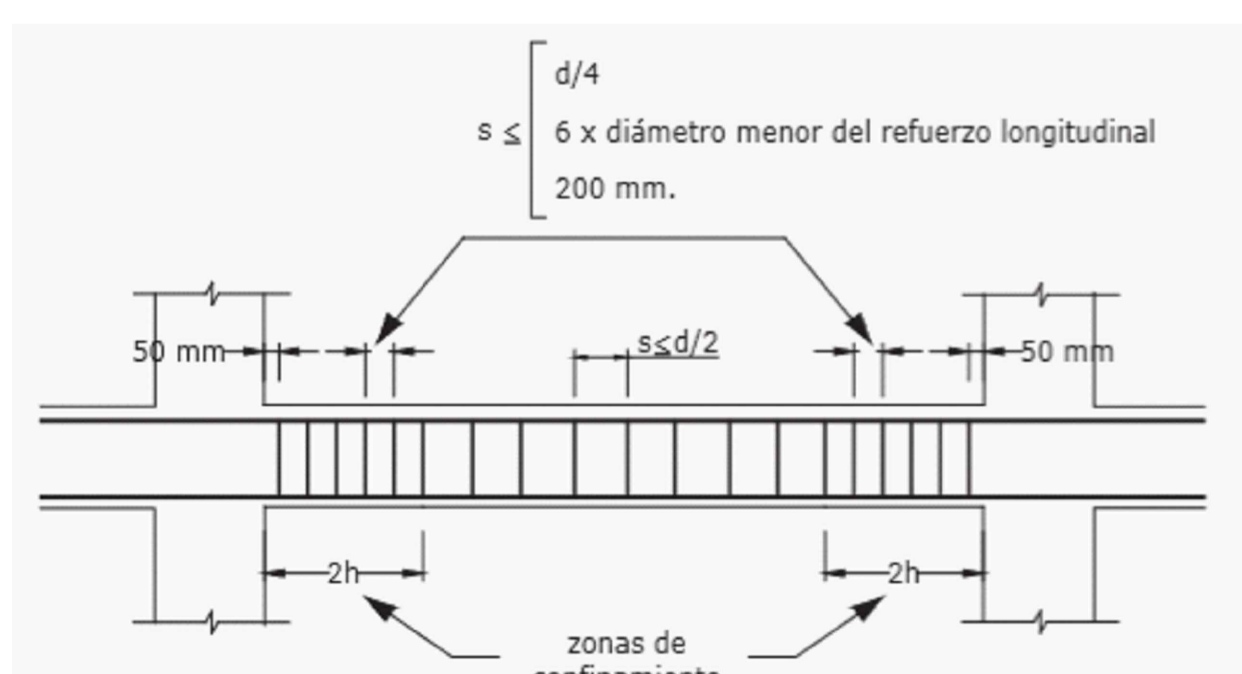


Figura 6: Separación de estribos

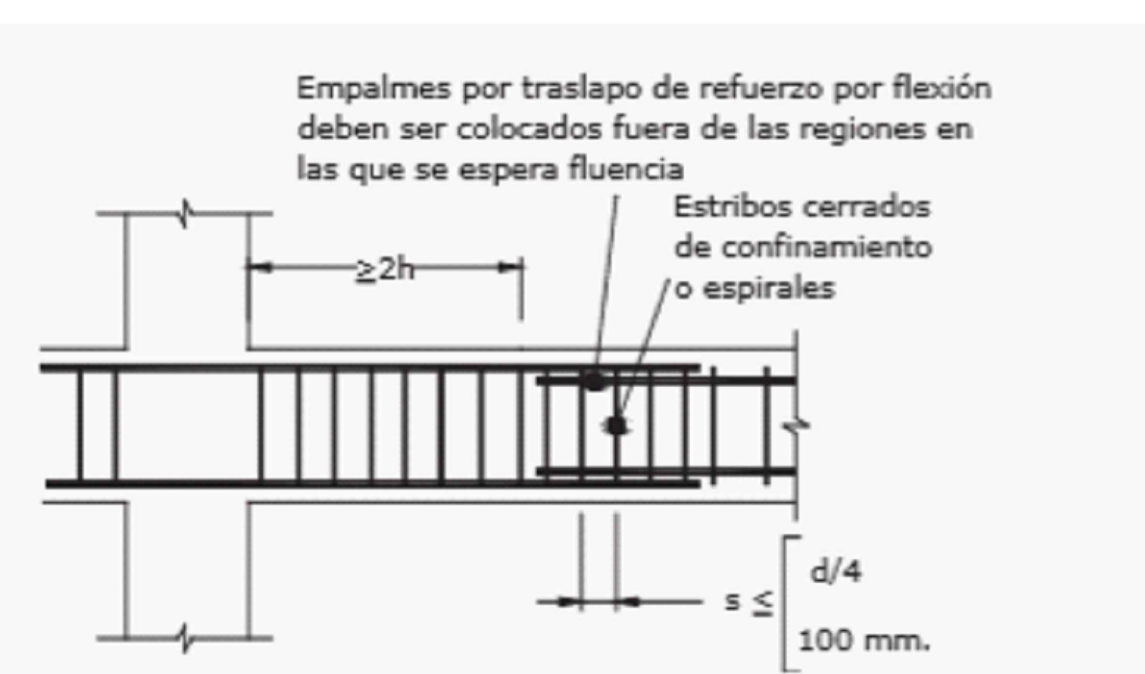


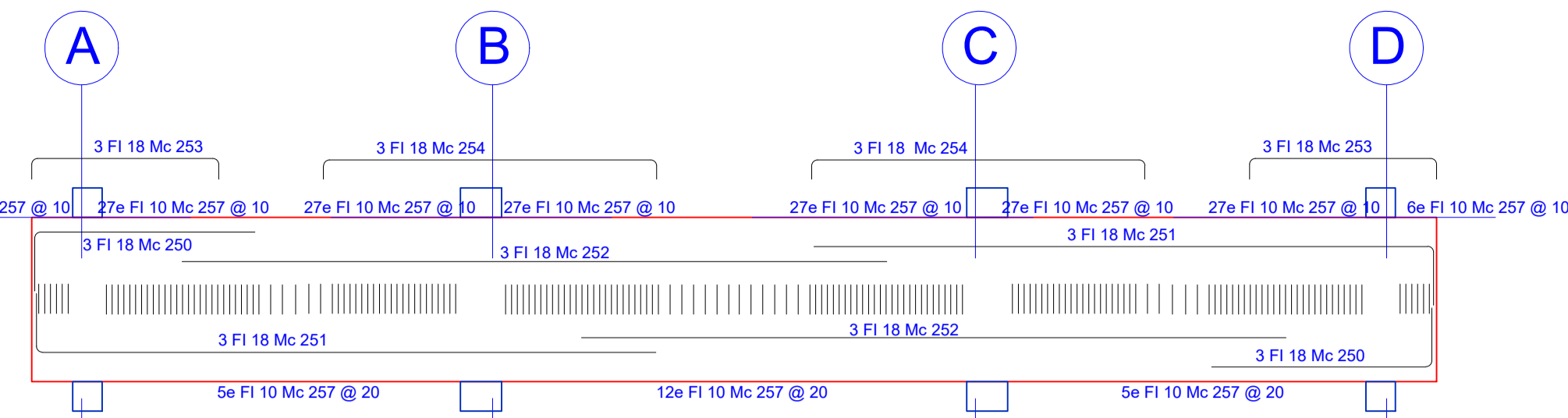
Figura 5: Confinamiento en traslape de varillas de refuerzo longitudinal

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----|----|----------|----------|-------|------|------|------|------|---------------|-------------|---------------|--|
| DENOMINACION | TIPO | Mc | fi | Varillas | # barras | a | b | c | d | g | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones | |
| EJE A | | | | | | | | | | | | | | |
| Nv. -1.16 | L | 201 | 18 | 6 | 1 | 10.40 | 0.30 | | | | 10.70 | 64.20 | | |
| | C | 202 | 18 | 4 | 1 | 3.00 | 0.30 | 0.30 | | | 3.60 | 14.40 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 1 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 204 | 18 | 4 | 1 | 3.00 | 0.30 | | | | 3.30 | 13.20 | | |
| | I | 205 | 16 | 4 | 1 | 4.00 | | | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 139 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 206.50 | | |
| Nv. -2.08 | L | 206 | 18 | 6 | 3 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 196.20 | | |
| +5.32 +8.56 | L | 207 | 18 | 6 | 3 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 180.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 6 | 3 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 203 | 18 | 6 | 3 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | L | 211 | 18 | 4 | 3 | 3.20 | 0.30 | | | | 3.50 | 42.00 | | |
| | L | 212 | 18 | 4 | 3 | 4.00 | | | | | 4.00 | 48.00 | | |
| | O | 219 | 10 | 143 | 3 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 64.50 | | |
| Nv. +11.80 | L | 206 | 18 | 6 | 1 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 65.40 | | |
| | L | 207 | 18 | 6 | 1 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 60.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 4 | 1 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 1 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | L | 211 | 18 | 2 | 1 | 3.20 | 0.30 | | | | 3.50 | 7.00 | | |
| | I | 212 | 18 | 2 | 1 | 4.00 | | | | | 4.00 | 8.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 143 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 214.50 | | |
| EJE B | | | | | | | | | | | | | | |
| Nv. -1.16 | L | 201 | 18 | 6 | 1 | 9.50 | 0.30 | | | | 9.80 | 58.80 | | |
| | C | 202 | 18 | 4 | 1 | 3.00 | 0.30 | 0.30 | | | 3.60 | 14.40 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 1 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 204 | 18 | 4 | 1 | 3.00 | 0.30 | | | | 3.30 | 13.20 | | |
| | I | 205 | 16 | 4 | 1 | 4.00 | | | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 139 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 206.50 | | |
| Nv. -2.08 | L | 206 | 18 | 6 | 3 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 196.20 | | |
| +5.32 +8.56 | L | 207 | 18 | 6 | 3 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 180.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 6 | 3 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 203 | 18 | 6 | 3 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | L | 211 | 18 | 4 | 3 | 3.20 | 0.30 | | | | 3.50 | 42.00 | | |
| | L | 212 | 18 | 4 | 3 | 4.00 | | | | | 4.00 | 48.00 | | |
| | O | 219 | 10 | 143 | 3 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 64.50 | | |
| Nv. +11.80 | L | 206 | 18 | 6 | 1 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 65.40 | | |
| | L | 207 | 18 | 6 | 1 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 60.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 4 | 1 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 1 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | L | 211 | 18 | 2 | 1 | 3.20 | 0.30 | | | | 3.50 | 7.00 | | |
| | I | 212 | 18 | 2 | 1 | 4.00 | | | | | 4.00 | 8.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 151 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 226.50 | | |
| EJE A' | | | | | | | | | | | | | | |
| Nv. -1.16 | L | 201 | 18 | 6 | 1 | 9.50 | 0.30 | | | | 9.80 | 58.80 | | |
| | C | 202 | 18 | 4 | 1 | 3.00 | 0.30 | 0.30 | | | 3.60 | 14.40 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 1 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 204 | 18 | 4 | 1 | 3.00 | 0.30 | | | | 3.30 | 13.20 | | |
| | I | 205 | 16 | 4 | 1 | 4.00 | | | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 139 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 206.50 | | |
| Nv. -2.08 | L | 206 | 18 | 6 | 3 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 196.20 | | |
| +5.32 +8.56 | L | 207 | 18 | 6 | 3 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 180.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 6 | 3 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 203 | 18 | 6 | 3 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | L | 211 | 18 | 4 | 3 | 3.20 | 0.30 | | | | 3.50 | 42.00 | | |
| | L | 212 | 18 | 4 | 3 | 4.00 | | | | | 4.00 | 48.00 | | |
| | O | 219 | 10 | 151 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 226.50 | | |
| Nv. +11.80 | L | 206 | 18 | 6 | 1 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 65.40 | | |
| | L | 207 | 18 | 6 | 1 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 60.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 4 | 1 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 1 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 16.00 | | |
| | L | 211 | 18 | 2 | 1 | 3.20 | 0.30 | | | | 3.50 | 7.00 | | |
| | I | 212 | 18 | 2 | 1 | 4.00 | | | | | 4.00 | 8.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 151 | 1 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 226.50 | | |
| EJE C - D | | | | | | | | | | | | | | |
| Nv. -1.16 | L | 201 | 18 | 6 | 2 | 10.40 | 0.30 | | | | 10.70 | 128.40 | | |
| | C | 202 | 18 | 4 | 2 | 3.00 | 0.30 | 0.30 | | | 3.60 | 43.20 | | |
| | C | 203 | 18 | 4 | 2 | 3.60 | 0.20 | 0.20 | | | 4.00 | 48.00 | | |
| | I | 205 | 16 | 4 | 2 | 4.00 | | | | | 4.00 | 32.00 | | |
| | O | 210 | 10 | 147 | 2 | 0.24 | 0.44 | 0.24 | 0.44 | 0.14 | 1.50 | 441.00 | | |
| Nv. -2.08 | L | 206 | 18 | 6 | 6 | 10.60 | 0.30 | | | | 10.90 | 392.40 | | |
| +5.32 +8.56 | L | 207 | 18 | 6 | 6 | 9.70 | 0.30 | | | | 10.00 | 360.00 | | |
| | C | 208 | 18 | 6 | 6 | 3.40 | 0.20 | 0.30 | | | 4.00 | 144.00 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

PÓRTICO

1 4

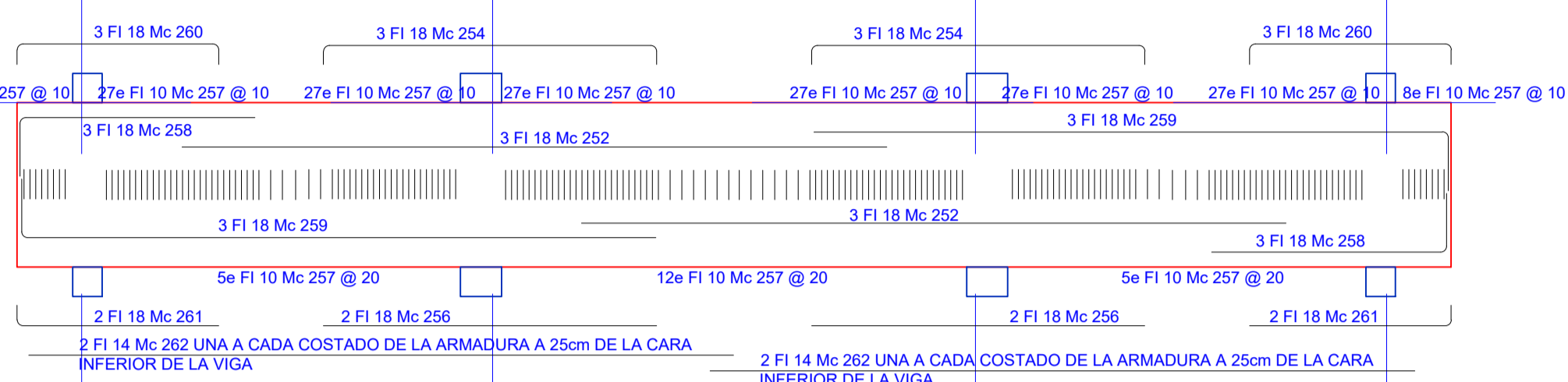
Nv. -1.16



PÓRTICO

1 4

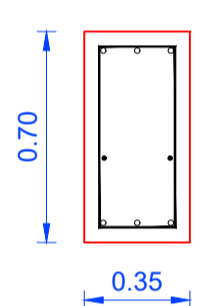
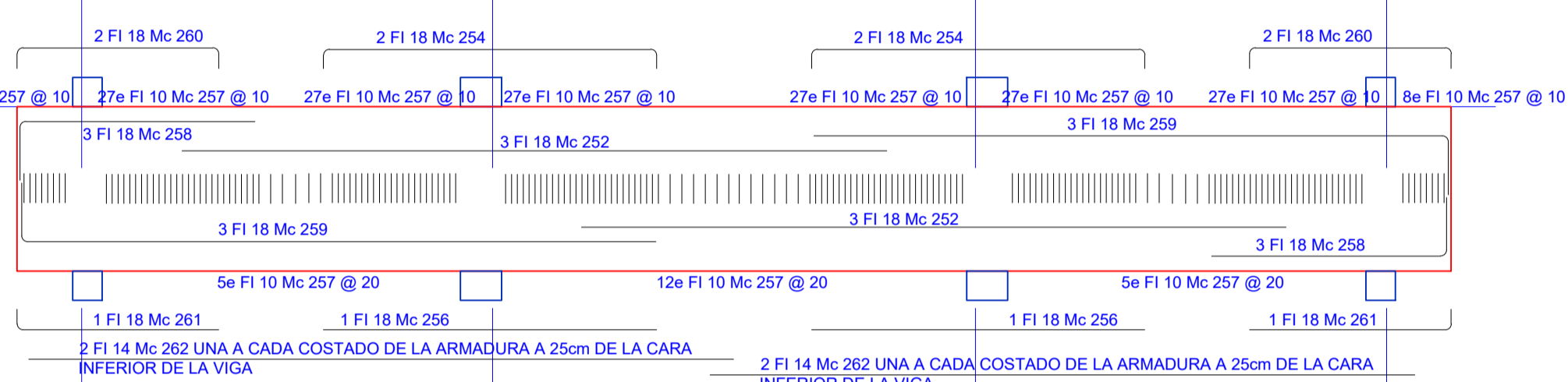
Nv. +2.08
Nv. +5.32
Nv. +8.56



PÓRTICO

1 4

Nv. +11.80

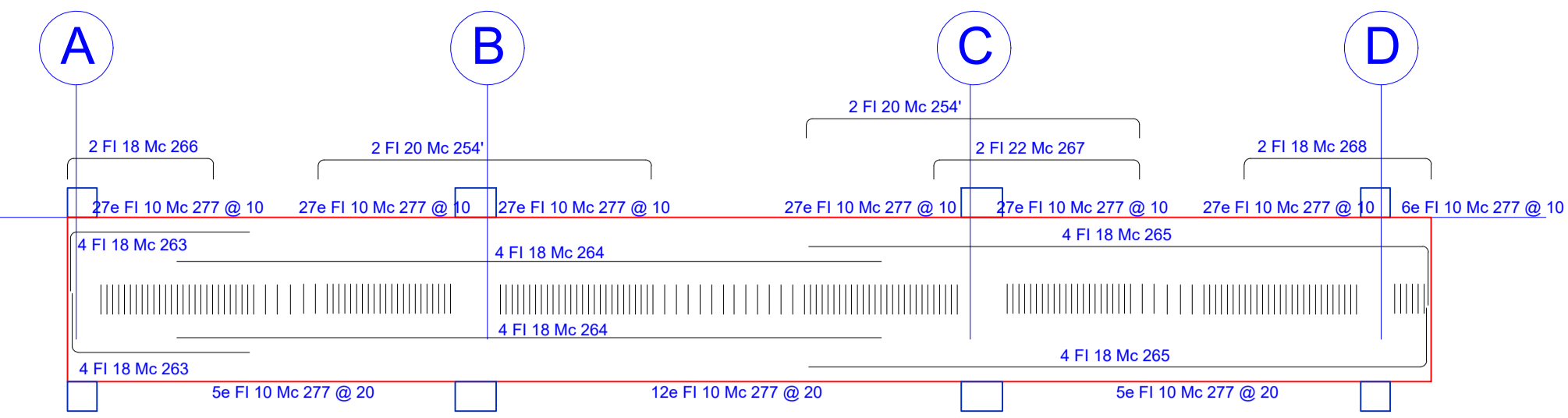


SECCIÓN DE VIGA EJES 1-4

PÓRTICO

2 3

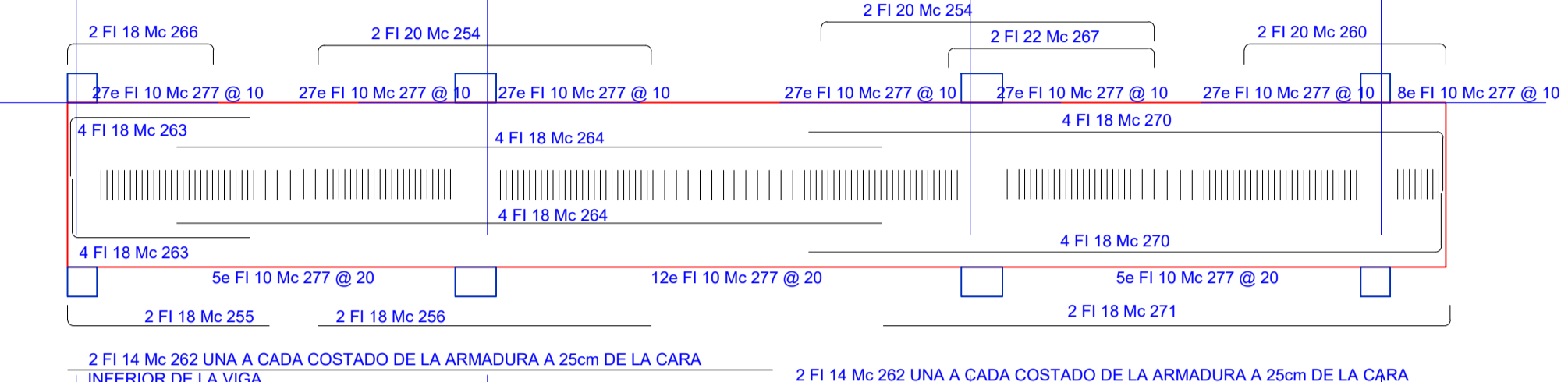
Nv. -1.16



PÓRTICO

2 3

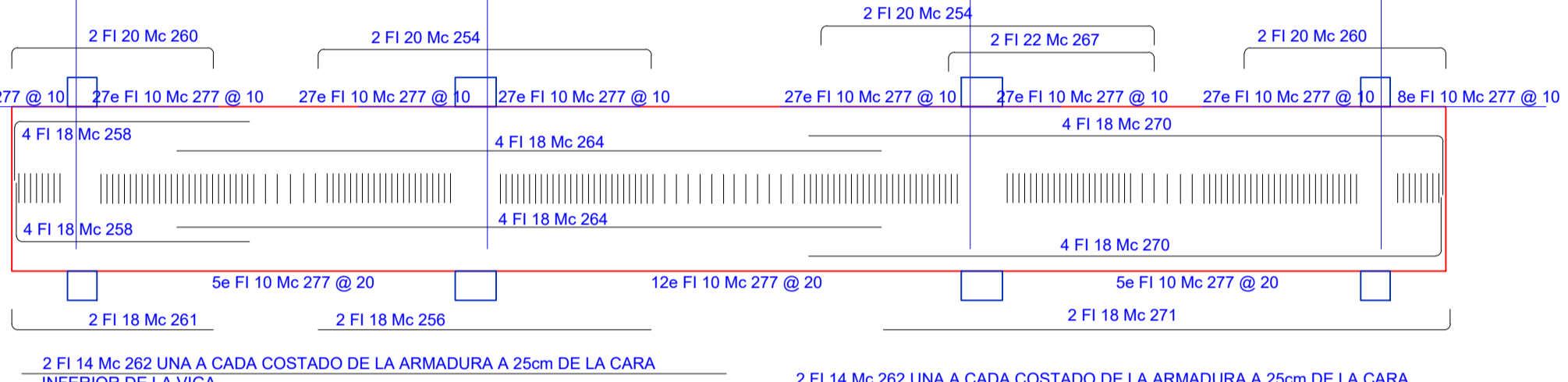
Nv. +2.08



PÓRTICO

2 3

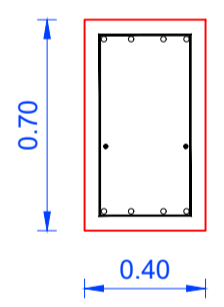
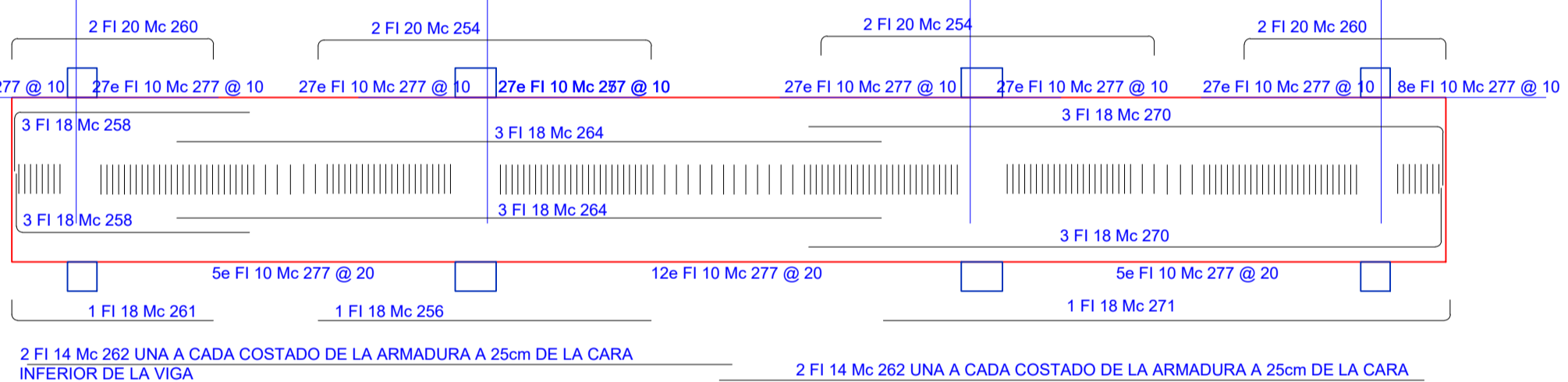
Nv. +5.32
Nv. +8.56



PÓRTICO

2 3

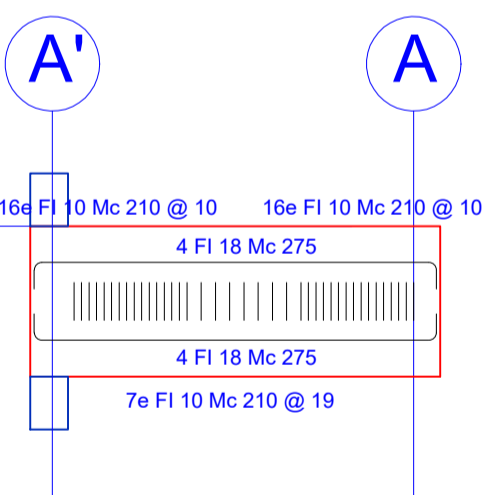
Nv. +11.80



SECCIÓN DE VIGA EJES 2-3

2' 3'

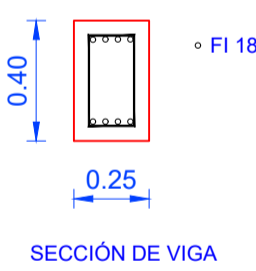
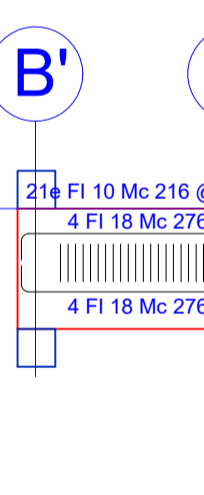
Nv. +2.08



SECCIÓN DE VIGA

4'

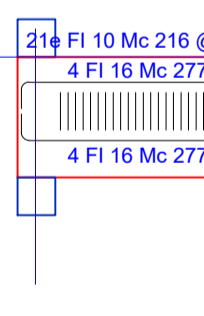
Nv. -1.16
Nv. +2.08
Nv. +5.32
Nv. +8.56
Nv. +11.8



SECCIÓN DE VIGA

4'

Nv. -2.78
Nv. +0.46
Nv. +3.70
Nv. +6.94
Nv. +10.18



SECCIÓN DE VIGA

| PLANILLA DE HIERROS | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------|-----|----|------------|-----------|-------|------|------|------|------|---------------|-------------|---------------|
| DESIGNACION | TIPO | Mc | h | # varillas | # zigzags | a | b | c | d | e | Long. Varilla | Long. Total | Observaciones |
| EJE 1-4 | L | 239 | 18 | 6 | 2 | 3.65 | 0.35 | | | | 4.00 | 48.00 | |
| Nv. -1.16 | L | 231 | 18 | 6 | 2 | 10.65 | 0.35 | | | | 11.00 | 132.00 | |
| | J | 252 | 18 | 6 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 144.00 | |
| | C | 253 | 18 | 6 | 2 | 3.30 | 0.35 | | | | 4.00 | 48.00 | |
| | C | 254 | 18 | 6 | 2 | 5.40 | 0.30 | 0.30 | | | 6.00 | 72.00 | |
| | L | 255 | 18 | 4 | 2 | 3.00 | 0.30 | | | | 3.30 | 26.40 | |
| | J | 256 | 18 | 4 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 48.00 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 190 | 2 | 0.34 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 784.00 | |
| Nv. +2.08 | L | 234 | 18 | 6 | 2 | 10.65 | 0.35 | | | | 11.00 | 132.00 | |
| +8.56 | L | 239 | 18 | 6 | 2 | 10.65 | 0.35 | | | | 11.00 | 132.00 | |
| | L | 252 | 18 | 6 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 144.00 | |
| | C | 260 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | 0.35 | | | 4.00 | 48.00 | |
| | C | 254 | 18 | 4 | 2 | 5.40 | 0.30 | 0.30 | | | 6.00 | 72.00 | |
| | L | 261 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | | | | 3.65 | 29.60 | |
| | I | 256 | 18 | 4 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 48.00 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 200 | 4 | 0.29 | 0.64 | 0.29 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 2300.00 | |
| Nv. +11.80 | L | 239 | 18 | 6 | 2 | 10.65 | 0.35 | | | | 11.00 | 132.00 | |
| | L | 252 | 18 | 6 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 144.00 | |
| | C | 260 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | 0.35 | | | 4.00 | 32.00 | |
| | L | 261 | 18 | 2 | 2 | 3.30 | 0.30 | | | | 3.65 | 14.60 | |
| | I | 256 | 18 | 2 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 24.00 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 200 | 4 | 0.29 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 2300.00 | |
| Nv. +2.08 | L | 263 | 18 | 8 | 2 | 2.95 | 0.35 | | | | 3.30 | 52.80 | |
| | L | 264 | 18 | 8 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 192.00 | |
| | L | 265 | 18 | 8 | 2 | 10.45 | 0.35 | | | | 10.80 | 172.80 | |
| Nv. +1.16 | L | 263 | 18 | 8 | 2 | 2.95 | 0.35 | | | | 3.30 | 52.80 | |
| | L | 264 | 18 | 8 | 2 | 12.00 | 0.35 | | | | 12.00 | 192.00 | |
| | C | 254 | 18 | 4 | 2 | 5.40 | 0.30 | 0.30 | | | 6.00 | 48.00 | |
| | C | 267 | 22 | 2 | 2 | 3.40 | 0.30 | 0.30 | | | 4.00 | 16.00 | |
| | C | 268 | 18 | 4 | 2 | 3.00 | 0.35 | 0.35 | | | 3.70 | 29.60 | |
| | L | 256 | 18 | 2 | 2 | 6.00 | 0.30 | | | | 6.00 | 24.00 | |
| | L | 269 | 18 | 2 | 2 | 9.55 | 0.35 | | | | 9.90 | 39.60 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 190 | 2 | 0.34 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 784.00 | |
| Nv. +2.08 | L | 270 | 18 | 8 | 2 | 10.70 | 0.35 | | | | 11.05 | 176.80 | |
| | L | 266 | 18 | 2 | 2 | 6.00 | 0.35 | | | | 6.00 | 24.00 | |
| | L | 271 | 18 | 4 | 2 | 9.80 | 0.30 | | | | 10.10 | 40.40 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 190 | 2 | 0.34 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 806.40 | |
| Nv. +5.32 | L | 258 | 18 | 8 | 2 | 3.90 | 0.35 | | | | 4.25 | 58.00 | |
| | L | 264 | 18 | 8 | 2 | 12.00 | 0.35 | | | | 12.00 | 180.00 | |
| | L | 270 | 18 | 8 | 2 | 10.70 | 0.35 | | | | 11.05 | 153.60 | |
| | C | 260 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | 0.35 | | | 4.00 | 64.00 | |
| | C | 274 | 18 | 4 | 2 | 5.40 | 0.30 | 0.30 | | | 6.00 | 96.00 | |
| | C | 267 | 22 | 2 | 2 | 3.40 | 0.30 | 0.30 | | | 4.00 | 32.00 | |
| | L | 261 | 18 | 2 | 2 | 3.30 | 0.35 | | | | 3.65 | 29.20 | |
| | I | 256 | 18 | 2 | 2 | 6.00 | | | | | 6.00 | 48.00 | |
| | L | 271 | 18 | 2 | 2 | 9.80 | 0.30 | | | | 10.10 | 80.80 | |
| | L | 272 | 18 | 2 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 192.00 | |
| | O | 277 | 10 | 200 | 4 | 0.34 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 1680.00 | |
| Nv. +11.80 | L | 258 | 18 | 6 | 2 | 3.90 | 0.35 | | | | 4.25 | 51.00 | |
| | L | 264 | 18 | 6 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 144.00 | |
| | L | 270 | 18 | 6 | 2 | 10.70 | 0.35 | | | | 11.05 | 132.60 | |
| | C | 260 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | 0.35 | | | 4.00 | 32.00 | |
| | C | 274 | 18 | 4 | 2 | 5.40 | 0.30 | 0.30 | | | 6.00 | 48.00 | |
| | L | 261 | 18 | 2 | 2 | 3.30 | 0.35 | | | | 3.65 | 14.60 | |
| | L | 266 | 18 | 2 | 2 | 6.00 | 0.35 | | | | 6.00 | 24.00 | |
| | L | 271 | 18 | 2 | 2 | 9.80 | 0.30 | | | | 10.10 | 40.40 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 200 | 4 | 0.34 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 840.00 | |
| EJE 2'-3' | L | 254 | 18 | 6 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 144.00 | |
| | L | 264 | 18 | 8 | 2 | 10.70 | 0.35 | | | | 11.05 | 132.60 | |
| | C | 260 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | 0.35 | | | 4.00 | 32.00 | |
| | C | 274 | 18 | 4 | 2 | 5.40 | 0.30 | 0.30 | | | 6.00 | 48.00 | |
| | L | 261 | 18 | 2 | 2 | 3.30 | 0.30 | | | | 3.65 | 14.60 | |
| | L | 266 | 18 | 2 | 2 | 6.00 | 0.30 | | | | 6.00 | 24.00 | |
| | L | 271 | 18 | 2 | 2 | 9.80 | 0.30 | | | | 10.10 | 40.40 | |
| | I | 262 | 14 | 4 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 96.00 | |
| | O | 277 | 10 | 200 | 4 | 0.34 | 0.64 | 0.34 | 0.64 | 0.14 | 2.10 | 840.00 | |
| Nv. +2.08 | L | 258 | 18 | 6 | 2 | 3.90 | 0.35 | | | | 4.25 | 51.00 | |
| | L | 264 | 18 | 6 | 2 | 12.00 | | | | | 12.00 | 144.00 | |
| | L | 270 | 18 | 6 | 2 | 10.70 | 0.35 | | | | 11.05 | 132.60 | |
| | C | 260 | 18 | 4 | 2 | 3.30 | 0.35 | 0.35 | | | 4.00 | 32.00 | |
| | C | | | | | | | | | | | | |