

**Universidad de Holguín  
“Sede Oscar Lucero Moya”  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Construcciones**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**PROPUESTA DE MODIFICACIÓN  
ARQUITECTÓNICA DE LA IGLESIA BAUTISTA  
“CRISTO VIVE” DE URBANOS NORIS**

**Autora: JESÚS ALBERTO BARBÓN BAULLE**

**Holguín  
2016**

**Universidad de Holguín**  
**“Sede Oscar Lucero Moya”**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Departamento de Construcciones**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**PROPUESTA DE MODIFICACIÓN**  
**ARQUITECTÓNICA DE LA IGLESIA BAUTISTA**  
**“CRISTO VIVE” DE URBANOS NORIS**

**Autora: JESÚS ALBERTO BARBÓN BAULLE**

**Tutor: Ing. Eddy Fernández Ochoa**

**Holguín**

**2016**

## PENSAMIENTO

“Cuando construimos, déjanos creer que lo hacemos para siempre.”

John Ruskin

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

- A Dios por su ayuda y cuidado a lo largo de toda mi vida
- A mi esposa por estar a mi lado y brindarme su apoyo
- A mi familia especialmente a mi papá, mi mamá y mi hermana
- A mis pastores por siempre estar
- A mi tutor Eddi por su ayuda
- A mis amigos, a todos por acompañarme en el trayecto
- A mis compañeros de Aula
- En fin, a todos los que Dios uso como un instrumento para formar mi vida.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a Dios y a mis hermanos en la fe los que están y los que vienen, espero que les sea de provecho.

## RESUMEN

En cierta ocasión el filósofo François Marie Arouet (Voltaire) expresó “Si Dios no existe hay que inventarlo”. Es una realidad el ser humano necesita de normas y leyes que le ayuden a regir su conducta y forma de vida. A lo largo de los años se han construido innumerables templos donde las personas pueden encontrarse con Dios y compartir con otros fieles. La Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris es un lugar donde muchas personas pueden disfrutar del servicio cristiano. En los últimos tiempos la iglesia ha aumentado en miembros y la realidad de un aumento en espacio para poder dar abasto a todos los creyentes con el debido confort se convierte en necesidad. La presente investigación propone resolver tal problema dándole solución a los problemas de espacio de una manera económica y segura cumpliendo con las exigencias dadas. A través de un estudio de las condiciones e historia y la construcción de un modelo numérico con la ayuda de software especializados se realizó un diseño que satisface todas las necesidades.

## **ABSTRACT**

The famous philosopher Francois Marie Arouet (Voltaire) once said " If God does not exist, we have to make him up." It is a fact that human beings need laws and regulations that help them control their conduct and life style. All over the years, several churches have been built so that people can gather in order to search for God and share precious time with other believers. The Baptist church "Cristo Vive" in Urbano Noris is a place where many people can enjoy the christian service. In the past few years, the number of its members has increased, so the need for more space to give comfort to all the believers who visit this church is imminent. The purpose of this investigation is to solve this issue in a safe and economic way fulfilling the given requirements. Through a detailed analysis of its current condition and its history and through the development of numeric model with the aid of a specialized software, a design that meets these needs was created.

## Índice

<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	5
<b>Introducción al capítulo</b> .....	5
<b>I.1- Análisis cualitativo de los procedimientos para la modificación arquitectónica</b> .	5
<b>I.1.1- Consideraciones generales para el procedimiento a seguir de modificación arquitectónica</b> .....	6
<b>I.1.2- Procedimiento a seguir para el desarrollo del diseño de la modificación arquitectónica</b> .....	10
<b>I.2- Sistematización de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris</b> .....	16
<b>I.3- Descripción del estado técnico constructivo de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris</b> .....	18
<b>I.4- Descripción del proceso de proyección</b> .....	21
<b>I.5- Exposición de las normativas a considerar en el proceso de diseño y construcción</b> .....	26
<b>Conclusiones al capítulo</b> .....	27
<b>CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PROPUESTA DE MODIFICACIÓN ARQUITECTÓNICA</b> .....	29
<b>Introducción al capítulo</b> .....	29
<b>II.1- Análisis de las consideraciones específicas para el diseño</b> .....	29
<b>II.1.1- Consideraciones específicas para el diseño según la normativa ACI 318</b> ...	29
<b>II.1.2- Consideraciones específicas de la norma NC 46:2014</b> .....	30
<b>II.1.3- Consideraciones específicas de la norma NC 285:2003</b> .....	31
<b>II.1.4- Consideraciones específicas de la Norma NC 7:2002</b> .....	31
<b>II.1.5- Consideraciones específicas de la Norma NC 283:2003</b> .....	31
<b>II.1.6- Consideraciones específicas de la Norma NC 284:2003</b> .....	31
<b>II.2- Construcción del modelo numérico para el análisis y diseño</b> .....	32
<b>II.2.1- Diseño de la losa de Cubierta</b> .....	32
<b>II.2.2- Diseño da la losa de entepiso</b> .....	40
<b>II.2.3- Cálculo del espectro de diseño de respuesta sísmica</b> .....	44
<b>II.2.4- Consideraciones generales para la construcción del modelo en el software ETABS 2013</b> .....	47
<b>II.3- Obtención de los estados críticos para el diseño</b> .....	52
<b>II.4- Diseño de los elementos de la estructura</b> .....	54
<b>II.4.1- Diseño de las losas de cubierta y entepiso</b> .....	54
<b>II.4.2- Diseño de las vigas de cubierta V-1 y V-2</b> .....	54
<b>II.4.3- Diseño de las vigas de entepiso V-3, V-4, V-5 y V-6</b> .....	58

<b>II.4.3- Diseño de las vigas longitudinales V-7.....</b>	<b>64</b>
<b>II.4.5- Diseño de las columnas K-1. ....</b>	<b>67</b>
<b>II.4.6- Diseño de la escalera.....</b>	<b>69</b>
<b>II.5- Disposiciones constructivas para el diseño estructural.....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusiones al capítulo.....</b>	<b>70</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>76</b>
<b>Anexo A: .....</b>	<b>76</b>
<b>Anexo B: .....</b>	<b>88</b>

## **INTRODUCCION**

Desde tiempos antiguos ha existido una necesidad de ganar en espacio. Construcciones cada vez más grandes y espaciales se han realizado. Una casa se consideraba mejor por sus dimensiones y materiales, según fueran sus dimensiones así era su confort. El ser humano a medida que ha crecido en número busca siempre ganar en espacios y muchas veces debido a esta razón pueblos han entrado en guerra para ganar más territorios y así poder extenderse y tener el necesario confort.

En esta sociedad moderna es más apremiante que nunca la necesidad de ganar en espacio debido al crecimiento poblacional. El hombre a favor de esta necesidad ha creado casas de varios niveles, edificios, rascacielos. Por esa necesidad en todos los lugares públicos que el ser humano va le gustaría poder contar con un cierto grado de confort. Ya sea un teatro, un hotel, un restaurant o una iglesia, deben tener las adecuadas condiciones para nuestra estancia. Las iglesias no están exentas de esta necesidad, pues es necesario que en el servicio del culto cristiano se brinde perfecto confort para evitar cualquier distracción. Es apremiante con el crecimiento de fieles en las iglesias que todos puedan participar de la comunión y que puedan encontrar una total comunión en el servicio prestado.

Para estos tiempos el crecimiento poblacional en Cuba está presente, los poblados se hacen más grandes. Se ve una necesidad de crecimiento y una búsqueda de espacio. Hoy en día se usan como medio para viviendas los edificios de varios niveles y lo que algunos años atrás no se veía con tanta frecuencia hoy se nota más. También existe una mayor exigencia en cuanto a la construcción ya sea de viviendas o de cualquier otra entidad. El cubano promedio de hoy no se conforma con las cosas del ayer, el avance de la tecnología hace que se busquen nuevas maneras que satisfagan la necesidad de estética y espacio, es decir confort.

En la Iglesia Bautista “Cristo vive” de Urbanos Noris se encuentra un refugio para los fieles donde pueden ir a encontrarse con Dios y poder participar de la comunión con Dios y con los hermanos en la fe. Por años ha servido con el fin de brindar este servicio y de abrirles las puertas a todas aquellas personas que quieren encontrarse con Dios. Hoy la iglesia ha crecido en número y la cantidad de fieles que se congregan es mayor

que la cantidad para la que fue diseñada. En los cultos cristianos se aprecia una falta de espacio y se encuentra en ocasiones a fieles de pie no pudiendo así prestar una total atención al servicio. En otras ocasiones encontramos a feligreses por el área exterior del templo no pudiendo así prestar una completa atención al culto cristiano.

Cuando se mira el estado aspirado que es el de poder satisfacer todas las necesidades básicas y lograr brindar confort y bienestar que es el objetivo del culto cristiano y se mira el estado actual del objeto en donde está evidentemente presente una falta de espacio y de confort debido al crecimiento de la iglesia en números de fieles encontramos una clara contradicción. El estado actual del objeto no es el estado aspirado. No se brinda un confort total y una completa satisfacción a los usuarios de esta entidad. De esta contradicción se puede concluir el problema presente en esta investigación y sobre este problema se realizará todo el trabajo.

**Problema de la Investigación:**

La función social del inmueble se ve afectada por la falta de espacio arquitectónico.

**Objeto de la investigación:**

Iglesia Bautista “Cristo vive” de Urbanos Noris.

**Campo de acción:**

Modificación arquitectónica.

**Objetivo general:**

Realizar la tarea de diseño estructural de la propuesta de rehabilitación de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

**Objetivos específicos:**

- 1- Realizar un análisis del estado del arte en cuanto a la rehabilitación de edificaciones.
- 2- Sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos del diseño de modificación arquitectónica.
- 3- Diagnosticar el estado actual del objeto de la investigación.

- 4- Acometer el modelado de la propuesta realizado en el software profesional ETABS 2013.
- 5- Realizar el diseño estructural de la propuesta de rehabilitación de la Iglesia Bautista “Cristo Vive”.

Al tener estos objetivos se puede plantear la hipótesis

**Hipótesis:**

Con la realización del diseño se podrá efectuar la modificación arquitectónica de una manera económica y segura.

**Tareas de la investigación:**

- 1- Realización del análisis del estado del arte en cuanto a la rehabilitación de edificaciones.
- 2- Sistematización de los fundamentos teóricos y metodológicos del diseño de modificación arquitectónica.
- 3- Especificación del estado actual del objeto de la investigación.
- 4- Ejecución del modelado en la propuesta realizado en el software profesional ETABS 2013.
- 5- Realización del diseño estructural de la propuesta de rehabilitación de la Iglesia Bautista “Cristo Vive”.

**Métodos de la investigación:**

Para poder dar solución a las tareas de la investigación 1 y 2 se usarán métodos teóricos como el histórico-lógico; métodos empíricos como el análisis de documentos y las entrevistas además de consultas a especialistas. Para la tarea 3 se usarán métodos empíricos como la observación y las entrevistas. Ya para las tareas 4 y 5 se usarán métodos estadísticos-matemáticos como los ya propiamente dichos matemáticos y también se usarán métodos empíricos como las consultas a especialistas o el análisis de documentos.

**Aporte de la investigación:**

El aporte de esta investigación radica en la propuesta de diseño estructural de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

**Novedad científica:**

Presentando este diseño de manera viable, económico y seguro, para así solucionar el problema planteado y brindar un adecuado confort a los miembros de la Iglesia.

**Actualidad del tema de investigación:**

La actualidad científica de esta investigación radica en el uso de los software especializados y actualizados en sus versiones más recientes usadas en Cuba para apoyarse en el diseño y de una metodología de diseño apoyada en las nuevas normas que rigen la construcción en el país. Logrando así alcanzar algo de lo que se espera en cuanto al uso de las tecnologías para esta era moderna asociando con el diseño los programas especializados.

**Estructura del informe de la investigación:**

El informe de la investigación está estructurado en dos capítulos. En el primer capítulo se evidencian los resultados de la caracterización histórica, teórica-metodológica y empírica de la investigación mostrando también los conceptos básicos y enfatizando en las ventajas de los softwares especializados para el diseño. En el segundo capítulo muestra el proceso de diseño a través de la implementación de las nuevas tecnologías y el uso de las metodologías de diseño, planos y la validación del diseño a través de su implementación.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

### **Introducción al capítulo**

En este capítulo se abordará el procedimiento cualitativo para llevar a cabo la tarea de realización de un proyecto de modificación arquitectónica. A través de este capítulo se buscará diferentes conceptos que sirvan de guía para llevar a cabo la tarea propuesta. Se mencionan los aspectos a tener en cuenta antes de realizar una modificación arquitectónica para lograr una correcta seguridad. Además de mencionar y conceptualizar las partes componentes de un proyecto y se llegará a la conclusión de los pasos a seguir y cuáles serán las tareas a seguir durante el diseño del proyecto de modificación arquitectónica de la Iglesia “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

### **I.1- Análisis cualitativo de los procedimientos para la modificación arquitectónica**

La iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris hoy en día es considerada un patrimonio nacional haciéndose así difícil su modificación arquitectónica ya que debe ser modificada en su interior y no en su exterior manteniendo las mismas características de fachada. Las estructuras del patrimonio arquitectónico, por su propia naturaleza e historia (material y constructiva), plantean desafíos específicos en la diagnosis y la restauración que limitan la aplicación de las normas y reglamentos actuales sobre edificación. Una tarea a tener en cuenta para poder llevar a cabo con éxito la modificación arquitectónica es que ninguno de los elementos a construir logre por cuestiones de peso propio o por cargas de uso hacer una deformación en la estructura que afecte la fachada. Para poder llevar a cabo la tarea de modificación arquitectónica siempre cuidando el patrimonio nacional se ha consultado documentos como “Recomendaciones para el análisis, conservación y restauración estructural del patrimonio arquitectónico” (1) un material redactado en el mes de octubre de 2003 en la 14ª asamblea general de ICOMOS<sup>1</sup> en Zimbabue y corregido en el año 2013 por ICOMOS. Según el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios o ICOMOS por sus siglas en ingles a la hora de hacer el análisis cualitativo hay que tener en cuenta: 1.

---

<sup>1</sup>(International Council on Monuments and Sites ICOMOS): Consejo Internacional de Monumentos y Sitios es una asociación civil no gubernamental, ubicada en París, Francia, ligada a la ONU a través de la Unesco.

Criterios generales, 2. Investigación y diagnóstico, 3. Medidas terapéuticas y de control.

### **I.1.1- Consideraciones generales para el procedimiento a seguir de modificación arquitectónica.**

Se desarrollarán las consideraciones generales que hay que tener en cuenta y analizar para poder llevar a realizar esta tarea.

#### **1. Criterios generales**

- 1.1. La conservación, la consolidación, la restauración y modificación arquitectónica del patrimonio arquitectónico requieren un enfoque multidisciplinario.
- 1.2. El valor y la autenticidad del patrimonio arquitectónico no pueden valorarse con criterios fijos, puesto que el respeto debido a todas las culturas exige además que su patrimonio físico sea valorado dentro del contexto cultural al que pertenece.
- 1.3. El valor de un edificio histórico no reside sólo en la apariencia de sus elementos individuales, sino también en la integridad de todos sus componentes, considerados como un producto único de la tecnología constructiva específica de su tiempo y lugar. Por consiguiente, eliminar las estructuras internas y mantener sólo una fachada no satisface los criterios de conservación.
- 1.4. Cualquier cambio de uso debe tener en cuenta todos los requisitos de conservación y seguridad.
- 1.5. Cualquier intervención en una estructura histórica debe valorarse en el contexto de la restauración y conservación de todo el edificio.
- 1.6. Las estructuras del patrimonio arquitectónico, por su peculiaridad y su compleja historia, requieren una organización de los estudios y análisis en distintos pasos, similares a los que se utilizan en medicina: anamnesis, diagnóstico, terapia y controles, que corresponden respectivamente a la inspección inicial, la identificación de las causas del daño y el deterioro, la elección de las medidas terapéuticas y el control de la eficacia de las intervenciones. Para ser

rentables y producir un impacto mínimo en el patrimonio arquitectónico, a menudo es conveniente que los estudios repitan esos pasos de modo iterativo.

1.7. No debe emprenderse ninguna acción sin haber evaluado los beneficios y perjuicios que pueda suponer para el patrimonio arquitectónico. Cuando sean necesarias medidas urgentes de salvaguardia para evitar el colapso inminente de la estructura, debe evitarse en lo posible una alteración irreversible de las fábricas.

## 2. Investigación y diagnóstico.

2.1. Normalmente un equipo multidisciplinario, seleccionado de acuerdo con el tipo de alcance del problema, debe trabajar conjuntamente desde la primera fase del estudio, es decir, la inspección inicial del sitio y la preparación del programa de investigación.

2.2. Normalmente es necesario primero analizar los datos disponibles para después poder elaborar, si es necesario, un plan de actividades más amplio adecuado a los problemas de la estructura.

2.3. Todo proyecto de modificación arquitectónica requiere una total comprensión del comportamiento estructural y las características de los materiales. Es esencial tener información sobre la estructura en su estado original y en los estados anteriores a la intervención, así como sobre las técnicas que se utilizaron para su construcción, sobre las alteraciones y sus efectos, sobre los fenómenos que la han afectado y, finalmente, sobre su estado actual.

2.4. El diagnóstico se basa en información histórica y análisis cualitativos y cuantitativos. El análisis cualitativo parte de la observación directa del daño estructural y el deterioro del material, así como de la investigación histórica y arqueológica, mientras que el análisis cuantitativo precisa ensayos de materiales y estructurales, monitorización y análisis de la estructura.

2.5. Antes de tomar una decisión sobre una intervención en la estructura, es indispensable primero determinar el daño y el deterioro y las causas y, después, evaluar el nivel de seguridad actual de la estructura.

- 2.6. La evaluación del nivel de seguridad, que es el paso posterior al diagnóstico, es la fase en la que se toma la decisión de intervenir y debe aunar el análisis cualitativo con el cuantitativo.
  - 2.7. A menudo, la aplicación de los niveles de seguridad concebidos para el diseño de edificios nuevos exige refuerzos excesivos, cuando no imposibles, en los edificios antiguos. En estos casos, enfoques distintos del tratamiento de la seguridad son posibles a partir de otros métodos convenientemente justificados.
  - 2.8. Todo lo relativo a la información obtenida, al diagnóstico (incluida la evaluación del nivel de seguridad) y a las decisiones sobre intervención debe exponerse en un informe explicativo o memoria.
3. Medidas terapéuticas y de control
    - 3.1. La terapia debe dirigirse a la raíz de los problemas, no a los síntomas.
    - 3.2. Un mantenimiento adecuado puede limitar o retrasar la necesidad de otras intervenciones.
    - 3.3. Las medidas de modificación, conservación y consolidación deben basarse en la evaluación del nivel de seguridad y en la comprensión del significado histórico y cultural de la construcción.
    - 3.4. No debe emprenderse ninguna acción si no se ha demostrado que es indispensable.
    - 3.5. Las intervenciones serán proporcionales a los objetivos de seguridad y se mantendrán en el nivel mínimo de intervención que garantice la seguridad y durabilidad causando el menor perjuicio posible a los valores patrimoniales.
    - 3.6. El diseño de la intervención debe basarse en una total comprensión del tipo de acciones (fuerzas, aceleraciones, deformaciones, etc.) que actúan sobre la estructura, así como de aquellas que actuarán en el futuro.
    - 3.7. La elección entre técnicas «innovadoras» y «tradicionales» debe ser sopesada caso por caso; se dará preferencia a aquellas que resulten menos invasivas y más compatibles con los valores patrimoniales, teniendo siempre presentes los requisitos de seguridad y durabilidad.

- 3.8. En ocasiones, la dificultad para evaluar los niveles de seguridad y los beneficios de la intervención, modificación pueden sugerir un «método observacional», es decir, un enfoque gradual que parta de un nivel mínimo de intervención con la posible adopción subsiguiente de una serie de medidas suplementarias o correctoras.
- 3.9. Siempre que sea posible, las medidas que se adopten deberán ser «reversibles», de tal modo que puedan ser eliminadas y sustituidas por otras más adecuadas a raíz de nuevos conocimientos. Cuando las intervenciones, modificaciones no sean completamente reversibles, no deben impedir intervenciones posteriores.
- 3.10. Las características de los materiales que se usen en los trabajos de restauración, modificación (especialmente los materiales nuevos) y su compatibilidad con los existentes deben ser completamente conocidas. Este conocimiento debe incluir los efectos a largo plazo, de modo que se eviten efectos secundarios indeseables.
- 3.11. No deben destruirse las características distintivas de la estructura y su entorno en su estado original o de cualquier cambio posterior significativo.
- 3.12. Toda modificación debe respetar, en la medida de lo posible, la concepción y las técnicas constructivas originales, así como el valor histórico de la estructura y las pruebas históricas que proporciona.
- 3.13. La modificación debe ser el resultado de un plan integral que dé la importancia adecuada a los distintos aspectos de la arquitectura, la estructura, las instalaciones y la funcionalidad de la construcción.
- 3.14. La eliminación o alteración de cualquier material histórico o cualquier característica arquitectónica distintiva debe evitarse en la medida de lo posible.
- 3.15. La reparación es siempre preferible a la sustitución.
- 3.16. Las imperfecciones y las alteraciones, cuando se hayan convertido en parte de la historia de la estructura, deben conservarse, siempre y cuando no comprometan los requisitos de seguridad.

- 3.17. Sólo debe recurrirse al desmontaje y la reconstrucción cuando lo requiera la naturaleza de los materiales y de la estructura y/o cuando la modificación por otros medios resulte más perjudicial.
- 3.18. No se adoptarán medidas cuyo control durante la ejecución sea imposible. Cualquier propuesta de intervención debe ir acompañada de un programa de monitorización que se llevará a cabo, en la medida de lo posible, durante la ejecución de los trabajos.
- 3.19. Todas las actividades de control y monitorización deben documentarse y conservarse como parte de la historia de la estructura.

Dadas estas directrices se tiene que hacer un análisis del procedimiento a utilizar y se debe tener en cuenta una serie de aspectos para poder llevar a cabo la tarea de modificación arquitectónica brindando especial atención a las que son aplicables a la condición propia de la estructura y al lugar donde se encuentra además de a las que son compatibles con las normativas cubanas para la modificación arquitectónica cubanas.

### **I.1.2- Procedimiento a seguir para el desarrollo del diseño de la modificación arquitectónica.**

Para planificar una modificación arquitectónica logrando una conservación estructural son necesarios tanto datos cualitativos, basados en la observación directa del deterioro del material y del daño estructural, en la investigación histórica etc., como datos cuantitativos, basados en modelos matemáticos como los que se emplean en la ingeniería moderna. El conocer y definirse un procedimiento a seguir es importante pues permite lograr un objetivo sin ir a la deriva y llevar un procedimiento lógico mediante el cual uno pueda desarrollar la tarea de la manera más efectiva posible. Por lo tanto, en la ingeniería moderna, se hace necesario que se tomen en cuenta aspectos como los vistos anteriormente combinando lo antiguo con lo nuevo. En este trabajo se seguirá el siguiente orden.

1. Obtención de datos: información e investigación

Para conocer una estructura se precisa información sobre su concepción, sobre las técnicas que se usaron en su construcción, los procesos de daño y deterioro y las alteraciones que le han afectado y, finalmente, sobre su estado actual.

#### 1.1. Investigación histórica, estructural y arquitectónica.

El objetivo del estudio histórico es entender la concepción y la importancia del edificio, las habilidades y técnicas utilizadas en su construcción, los cambios que se hayan producido tanto en la estructura como en su entorno y finalmente los sucesos que puedan haber causado algún daño. Los documentos usados para ello deben quedar adecuadamente registrados.

Cabe recordar que los documentos que se utilizan habitualmente han sido elaborados para fines distintos de los de la ingeniería de estructuras y, por tanto, puede que contengan información técnica que sea incorrecta u omita o falsee hechos o sucesos importantes desde el punto de vista de la estructura.

#### 1.2. Inspección visual de la estructura.

La observación directa de la estructura constituye una fase esencial del estudio; su finalidad reside en proporcionar una comprensión inicial de la estructura que, a su vez, permita enfocar apropiadamente las investigaciones posteriores. Sus objetivos principales son los siguientes:

- identificar el deterioro y los daños,
- determinar si los fenómenos están o no estabilizados,
- decidir si hay riesgos inmediatos y por tanto se deben adoptar medidas urgentes,
- identificar efectos del entorno sobre el edificio.

Es importante descubrir cómo el medio ambiente o el entorno pueden estar dañando un edificio. Esta forma de daño puede acentuarse debido a un diseño original poco elaborado, por defectos de construcción (falta de desagües, condensación, humedad creciente, etc.), por el uso de materiales inadecuados o por deficiencias en el mantenimiento posterior.

### 1.3. Monitorización.

La observación de la estructura durante un cierto período de tiempo puede ser necesaria no sólo para obtener información útil acerca de la existencia de fenómenos progresivos, sino también para el seguimiento de un proceso de renovación estructural de carácter secuencial. En este último caso, se monitoriza el comportamiento en cada fase (enfoque observacional) y los datos que se obtienen proporcionan la base para cualquier acción posterior.

Normalmente un sistema de monitorización tiene como objetivo registrar los cambios en las deformaciones, fisuras, grietas, temperaturas, etc. La monitorización dinámica se utiliza para registrar aceleraciones, como las que ocurren en zonas sísmicas. La monitorización puede actuar también como un sistema de alarma.

Como regla general, el uso de un sistema de monitorización debe estar sujeto a un análisis de costes y beneficios, de modo que los datos que se registren sean los estrictamente necesarios para caracterizar la evolución de los fenómenos progresivos.

## 2. Comportamiento estructural.

El comportamiento de cualquier estructura se ve influido por tres factores principales: la forma y conexiones de la estructura, los materiales constructivos y las acciones, es decir, las fuerzas, aceleraciones y deformaciones que le afectan.

### 2.1. El esquema estructural y el daño.

El comportamiento estructural depende de las características de los materiales, las dimensiones de la estructura, las conexiones entre los distintos elementos, las condiciones del terreno, etc. El comportamiento real de un edificio es normalmente tan complejo que obliga a representarlo como un «esquema estructural» simplificado, esto es, una idealización del edificio que muestra, en el nivel de precisión necesario, cómo resiste las diferentes acciones. El esquema estructural muestra cómo el edificio transforma las acciones en esfuerzos y asegura la estabilidad.

El esquema utilizado debe tener en cuenta las alteraciones y debilidades, tales como grietas, fisuras, desconexiones, aplastamientos, desplomos, etc., cuyos efectos tengan una influencia significativa en el comportamiento estructural. Estas alteraciones pueden producirse a causa de fenómenos naturales o como resultado de intervenciones humanas. En este último caso puede tratarse de la creación de aberturas, nichos, etc.; de la eliminación de arcos, losas, paredes, etc., que pueden generar fuerzas desequilibradas; del aumento de la altura de la estructura, lo cual puede aumentar el peso; de excavaciones, galerías, edificios cercanos, etc., que pueden reducir la capacidad portante del terreno.

## 2.2. Las características de los materiales y los procesos de deterioro.

Las características de los materiales (particularmente la resistencia), que son los parámetros básicos para realizar cualquier cálculo, pueden verse reducidas por procesos de deterioro debido a acciones químicas, físicas o biológicas. El grado de deterioro depende de las propiedades de los materiales (tales como la porosidad) y del grado de protección de la estructura (aleros, etc.), así como de su mantenimiento. Aunque el deterioro puede manifestarse en la superficie, de modo que puede detectarse de manera inmediata en la inspección superficial (eflorescencia, aumento de la porosidad etc.), hay también procesos de deterioro que sólo se detectan con ensayos más sofisticados (la madera afectada por termitas, etc.).

## 2.3. Las acciones en la estructura y los materiales.

Las acciones son definidas como cualquier agente (fuerzas, deformaciones, etc.) que produce esfuerzos y tensiones en la estructura o cualquier fenómeno (químico, biológico, etc.) que afecta los materiales, normalmente reduciendo su resistencia. Las acciones originales, que actúan desde el principio de la vida del edificio (cargas muertas, por ejemplo), pueden experimentar cambios durante la vida del edificio, y a menudo son estos cambios los que causan los daños y el deterioro.

Las acciones tienen naturalezas muy diferentes con efectos muy distintos tanto en la estructura como en los materiales.

Frecuentemente, más de una acción (o cambios en las acciones originales) habrá afectado la estructura, con lo que es necesario identificar claramente esas acciones antes de determinar si se puede o no realizar una modificación arquitectónica ya que al agregar una estructura más se le estaría agregando una carga al edificio que podría crear deformaciones.

Las acciones pueden dividirse en acciones mecánicas que afectan a la estructura y acciones biológicas y químicas que afectan a los materiales. Las acciones mecánicas pueden ser estáticas, que a su vez pueden ser directas o indirectas, o dinámicas.

### 3. Diagnóstico y evaluación de los niveles de seguridad.

El nivel de seguridad a la hora de hacer cualquier cambio en una estructura resulta de gran importancia ya que cuando uno determina el nivel de seguridad de una edificación se pone de manifiesto si se puede realizar o no una intervención o modificación arquitectónica y si los costos de la modificación serán factibles o no.

#### 3.1. Identificación de daños (Diagnóstico)

El diagnóstico consiste en identificar las causas del daño y del deterioro basándose en los datos obtenidos. El diagnóstico es a menudo una fase difícil, puesto que los datos disponibles normalmente se refieren a los efectos, mientras que es la causa o, más frecuentemente, son las distintas causas concomitantes lo que hay que determinar. Un diagnóstico correcto es indispensable para evaluar adecuadamente el nivel de seguridad y tomar una decisión racional respecto a las medidas de tratamiento que deben aplicarse.

#### 3.2. Evaluación del nivel de seguridad.

La evaluación del nivel de seguridad es el último paso en la fase de diagnóstico. Mientras que el objetivo del diagnóstico es identificar las causas del daño y del deterioro, la evaluación del nivel de seguridad debe determinar, a partir de un análisis de la condición actual de la estructura y los materiales, si los niveles de seguridad son aceptables o no. La evaluación del nivel de seguridad resulta así un paso esencial en el proyecto de modificación, puesto

que con ella se toman las decisiones respecto a la necesidad y el alcance de cualquier medida y cambio en la estructura.

Con todo, la evaluación del nivel de seguridad es también una tarea difícil, ello se debe a varios factores, tales como la dificultad de comprender en profundidad la complejidad de un edificio antiguo o de un monumento, las incertidumbres respecto a las características de los materiales, el desconocimiento de los fenómenos previos (por ejemplo, asientos del terreno) y el conocimiento incompleto sobre las alteraciones y reparaciones realizadas en el pasado. Así pues, un enfoque cuantitativo basado en modelos matemáticos no puede ser el único procedimiento utilizado.

Así pues, debe quedar claro que el arquitecto o ingeniero encargado de la evaluación del nivel de seguridad de un edificio histórico no debería verse legalmente obligado a basar sus decisiones únicamente en los resultados de cálculos, puesto que, como ya se ha apuntado, esos datos pueden ser poco fiables o inadecuados.

4. Realización del procedimiento de diseño de la modificación arquitectónica y el diseño de la modificación arquitectónica.

El proyecto es la exposición y desarrollo completos de la solución a un problema que permite la construcción total, segura y duradera de una obra de ingeniería y arquitectura. El desarrollo del proyecto básico, complementándolo técnicamente con los planos constructivos, que determinan el tipo de cimentación y de estructura del edificio, así como su cálculo, las instalaciones, el pliego de prescripciones técnicas particulares, el estado de mediciones, permite asegurar una gran eficiencia y seguridad a la hora de realizar la obra. Estando siempre de acuerdo con la normativa vigente, para la redacción del proyecto de ejecución. En resumen, es el conjunto de documentos necesarios para que pueda realizarse una obra en el que se dejan plasmados los pasos a seguir. Debe definir íntegramente la obra que mejor responda a la cuestión planteada, garantizar el estatismo y la seguridad de los elementos que planea, asegurar las condiciones de longevidad de las construcciones.

De estos aspectos se abordarán en el epígrafe I.4 de este capítulo y en el capítulo II.

## **I.2- Sistematización de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris**

“El conocimiento de lo ocurrido en el pasado puede ayudar a prever el comportamiento futuro de una estructura y constituye una indicación útil para estimar el nivel de seguridad en su estado actual. La historia es el laboratorio experimental más completo y opera, además, a escala real: muestra cómo el tipo de estructura, los materiales del edificio, las conexiones, las juntas, las adiciones y las alteraciones humanas han interactuado con distintas acciones, tales como sobrecargas, terremotos, corrimientos de tierra, variaciones de la temperatura, contaminación atmosférica, etc., lo cual puede haber alterado el comportamiento estructural original produciendo grietas, fisuras, aplastamientos, desplomos, deterioro, colapso, etc. La tarea del analista reside en desechar la información superflua e interpretar correctamente los datos pertinentes para describir el comportamiento estático y dinámico de la estructura.” (1)

La Iglesia Bautista San Germán se constituyó<sup>2</sup> un 20 de marzo de 1929 la cual se encontraba en la calle 14<sup>a</sup> entre 19 y 21, su primera misionera y administradora fue Piedad Galbe<sup>3</sup> hasta que se casa con el reverendo Celestino Gonzales y comienzan juntos a administrarla. En sus inicios era una Iglesia pequeña de solo siete miembros en la congregación y la estructura era de madera. Pronto la iglesia comenzó a crecer en miembros y visitas siendo ya el local donde se reunían no suficiente para darle abasto a la cantidad de miembros y visitas de la iglesia. En 1950 se comienza la construcción de la actual Iglesia por el arquitecto y pastor Eliseo Rodríguez, a unas cuerdas de la anterior instalación en la misma calle 14<sup>a</sup> solo que ahora entre 23 y 25, en un terreno que estaba conformado por un parque donado por uno de los feligreses de la iglesia. Debido al escaso recurso de sus miembros, obreros del ingenio de bajo salario, el pastor pide un préstamo en una tienda de materiales en Holguín. Hoy en día todavía viven algunas de las personas que participaron en la construcción siendo muy

---

<sup>2</sup> Consulta a los libros de la iglesia desde el año 1950-2015. Conservados por la secretaría de la iglesia.

<sup>3</sup> Entrevista a la hermana y miembro de la iglesia la cual también participó en su construcción Milagro Prieto.

jóvenes o niños en aquel entonces como son los hermanos Francisco Rodríguez, Mireya Oro, Milagro Prieto. La construcción se realizó con pocos recursos y técnicas. A la hora de hacer la cimentación de la estructura trajeron piedras de tamaño considerable y rellenaron el terreno, haciendo así una cimentación corrida con piedras y hormigón ciclópeo llenando así un metro de espesor por todo el largo y ancho de la edificación. La pared fue construida con ladrillos anchos de espesor de 15 cm confundiendo a varias personas en la actualidad ya que ese tipo de ladrillo hoy en día no es común y pareciese más bien que la iglesia fue hecha con bloques por eso encontramos literaturas donde indican esto, para construir las partes altas del muro se usaron andamios para poder alcanzar la altura necesaria y se subía el material con cubos por los obreros es decir los miembros de la iglesia que a fuerza de brazos y a veces ayudados por una polea subían el material. La solución que se dio para fachada fue la de teja francesa colocada arriba de una estructura de una estructura de madera de hilada. Las terminaciones se hicieron con una mezcla de cemento portland, arena fina y cal muy común en aquella época y con gran durabilidad debido a que San Germán presenta una gran cantidad de salitre que afecta a la mayoría de las construcciones nuevas de una manera rápida no así con las construcciones de mayor tiempo. El cielo raso fue elaborado con una clase de yeso comercializado en la época según testimonio de Antonio Bonet<sup>4</sup> hijo de uno de los constructores de la iglesia el yeso era remojado y luego colocado por paños en una estructura de madera y fijado con clavos. Para recaudar el dinero necesario para pagar el préstamo, se asían actividades recreativas con payasos. En 1952 se construye un anexo a la Iglesia en la parte posterior, donde se fundó el colegio Bautista el Salvador, se impartía clases hasta noveno grado y varios oficios como contabilidad, mecanografía, tenedor de libros, etc. El pastor fue el primer director del colegio, con el cobro a los alumnos se pagaba a los profesores que eran miembros de la Iglesia. El colegio estuvo activo hasta su cierre por la revolución cubana. El crecimiento de la iglesia paso entonces por varias etapas a lo largo de su historia con los diferentes Pastores que pasaron y trabajaron en ella. El punto de crecimiento mayor de la iglesia fue a partir del periodo especial. Las personas solo se acuerdan de Dios muchas veces cuando la situación

---

<sup>4</sup> Entrevista con Antonio Bonet hijo de uno de los albañiles que participaron en la iglesia.

se vuelve difícil. En esa época muchas personas comienzan a visitar la iglesia y algunos se convierten en visitas regulares. Con el pasar del tiempo la membresía de la iglesia se incrementa llegando a llenarse por completo el templo en tiempos de cultos. Ya sobrepasada la capacidad del inmueble en múltiples ocasiones han tenido que colocar sillas y bancos en las afueras de la iglesia para poder realizar el servicio brindando la mayor comodidad posible. Actualmente la iglesia presenta cultos donde no todos los participantes del mismo se pueden sentar u ocupar un lugar dentro del templo para poder disfrutar del culto cristiano. Debido a este crecimiento en la membresía de la iglesia, así como en las visitas hoy se hace necesario realizar una remodelación arquitectónica para poder brindar a las personas la oportunidad del culto cristiano. Debido a esto en el año 2012 se realizó un primer diseño que fue desarrollado solamente el cimiento no cumpliendo con las expectativas dadas por su excesiva utilización de recursos y de espacio se solicitó un nuevo diseño al cual se le da cumplimiento en este trabajo siendo eliminadas unas columnas de apoyo y dejando la estructura en voladizo para así lograr ganar en espacio.

### **I.3- Descripción del estado técnico constructivo de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris**



Figura I.1: Iglesia Bautista Urbanos Noris. (Fuente elaboración propia)

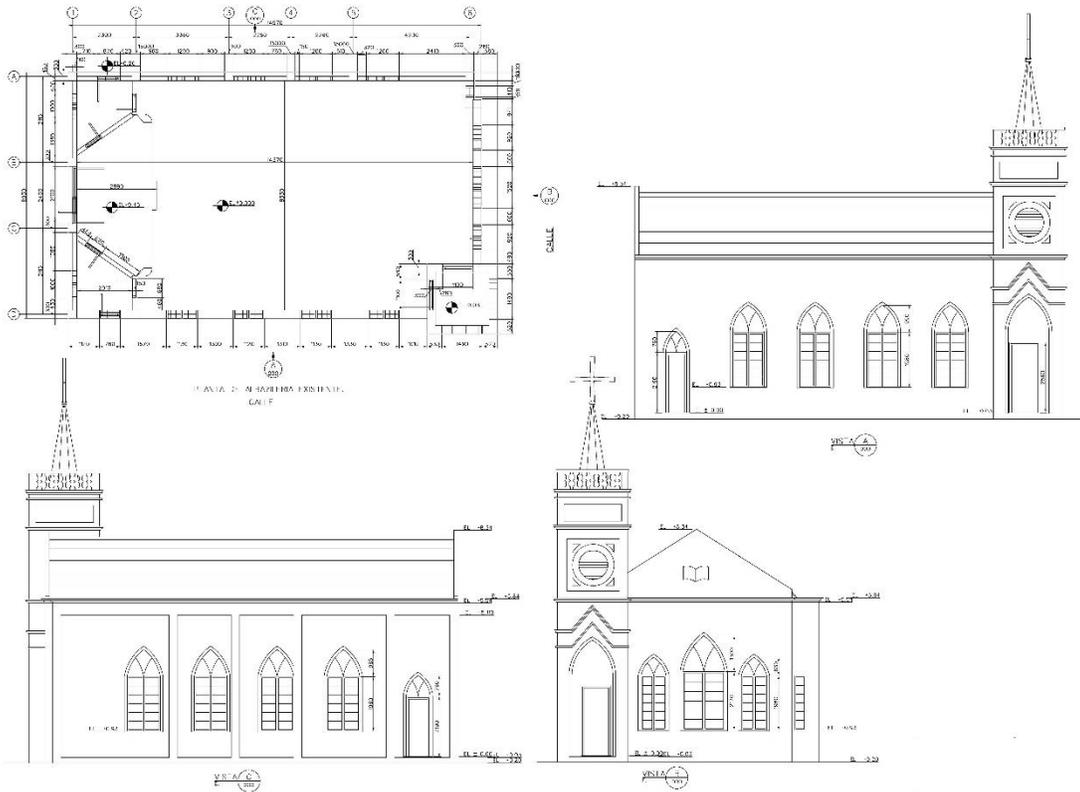


Figura I.2: Planos de planta y elevaciones de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

- Tipologías arquitectónicas por funciones.
  - Religiosa
  - Por elementos constructivos.
  - Cimentación: Corrida.
  - Muro: Ladrillos acitara de 15 cm de ancho.
  - Estructura: Porticada (ver anexo planos de la edificación).
  - Cubierta: Armadura de madera de hilada con terminación de tejas francesas.



Figura I.3: Solución de cubierta

- Columnas: Ladrillo.



Figura I.4: Columnas

- Piso: Mosaico artesanal e industrial.



Figura I.5: Piso

- Herrería: Hierro fundido.
- Decoraciones: Azulejos.
- Falso techo: Yeso



Figura I.6: Falso techo

- Etapa.
  - Estilos: ecléctico con influencia neocolonial y neogótica. Lo del neogótico lo indican los arcos apuntados u ojivales que tiene en los vanos.<sup>5</sup>
  - Modificaciones: Si

---

<sup>5</sup> Trabajo de diploma en opción de título de Ingeniero Civil: “CARACTERIZACIÓN TÉCNICO-CONSTRUCTIVA DE LAS EDIFICACIONES CON VALOR PATRIMONIAL EN EL MUNICIPIO URBANO NORIS”. Autor: Ing. Yadira Salgado Herrera. Año 2015.

- Transformaciones: No.
- Usos: Iglesia Bautista.
- Defectos
  - Problemas de filtraciones en el techo de la iglesia.
  - Perdida del falso techo debido a la humedad.
  - Presencia de hongo en la pared posterior debido a la humedad y al interperismo.
  - Presencia de Agentes Bióticos en la carpintería de techo principalmente y una leve presencia en la carpintería de persianas.
  - Perdida de pintura debido a los efectos del interperismo.
- Estado.
  - El estado de la edificación en sentido general es bueno presentando buenas condiciones para realizarse la modificación arquitectónica sin que la estructura falle debido al peso propio de los nuevos componentes.

#### **I.4- Descripción del proceso de proyección**

En este epígrafe se abordará sobre el procedimiento de diseño, conceptos y se dará también el procedimiento a seguir en este trabajo para realizar el diseño dejando el diseño de la modificación arquitectónica para el capítulo II. Proyectar es materializar un pensamiento, es disponer o elaborar el proyecto para la ejecución de una obra. “Un proyecto es un intento para lograr un objetivo específico mediante un conjunto de actividades interrelacionadas y la utilización efectiva de unos recursos. Su duración es limitada en el tiempo y, por lo general, se trata de trabajos únicos, que no se suelen reproducir” (2). El proyecto de arquitectura es el documento que resuelve, de forma gráfica y escrita, el programa del edificio, de acuerdo con las necesidades expuestas por el promotor o propietario. Para ello se ha tenido en cuenta la normativa de índole legal, urbanística y técnica que garantizan la calidad de la edificación y de su entorno. El proyecto se define como el conjunto de escritos, dibujos y cálculos hechos para dar idea de cómo ha de ser y cuánto ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería. El proyecto es una herramienta indispensable para la construcción de una obra. Es la respuesta adecuada a un problema, es la solución que cumplimenta un deseo útil,

justo y eficaz, nacido de una necesidad. En general, un proyecto es el estudio completo de un objetivo debidamente definido, adecuadamente planteado y determinado con exactitud. Debe incluir la descripción gráfica de todos los elementos necesarios para su feliz cumplimiento, y los requisitos y condiciones que deben exigirse. El proyecto no debe confundirse con su objetivo: “El proyecto no es la obra, es su definición. Es el instrumento que permitirá su ejecución y el medio ineludible para la toma de decisiones. No es un coste eventual a añadir a una obra, sino una condición “sine qua non” para que esta pueda llevarse a cabo” (2).

Para poder llevar a cabo un proyecto con calidad se tiene en cuenta que la calidad del proyecto:

- Se define en función de su adecuación al problema planteado.
- Queda delimitada por el conjunto de cualidades de la obra que planea.

Teniéndose en cuenta que la calidad de la obra será siempre la calidad del proyecto debe trazarse el proyecto con sumo cuidado y precaución y que cumpla con los requisitos y condiciones necesarias, básicas para llevar a cabo la obra de diseño. El proyectista fijará los estándares de calidad de la obra más idóneos a los fines perseguidos. Consiste en ajustar unas condiciones esenciales, cuantificar unas condiciones convenientes y valorar unas condiciones accesorias. El problema definido de un proyecto, por lo general, admite varias soluciones por eso es necesario encontrar una solución óptima que sea aquella que nos permita darle solución al problema planteado de manera que satisfaga las necesidades de los usuarios y asegure la durabilidad y la factibilidad económica de la obra.

Los proyectos de obra deberán tener, al menos:

- Una memoria en la que se describa el objeto de las obras, que recogerá los antecedentes y situación previa a las mismas, las necesidades a satisfacer y la justificación de la solución adoptada, detallándose los factores de todo orden a tener en cuenta.

- Los planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución.
- El pliego de prescripciones técnicas particulares donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución, con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, de la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad y de las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista.

La memoria descriptiva forma parte del proyecto y en ella se realiza una exposición detallada y exhaustiva del proyecto. Una recopilación total de los datos, estudios y cálculos utilizados en la confección del proyecto. Justificación de todos los elementos proyectados y la propia justificación del proyectista. Síntesis descriptiva que resume las premisas, condiciones y soluciones del problema que plantea el Proyecto.

Es el documento que, leído por un representante de la Propiedad, y con la ayuda de algún plano de planta y alzado, basta para decidir la aprobación del proyecto sin necesidad de descender al detalle de los cálculos, datos y demás estudios justificativos, cuya idoneidad y exactitud queda garantizada implícitamente por el profesional titulado autor del proyecto. La Memoria tendrá carácter contractual en todo lo referente a la descripción de los materiales básicos o elementales que forman parte de las unidades de obra.

Por lo tanto, en la memoria debe estar:

- Antecedentes

Exponer cuando se pensó en el problema y qué razones se adujeron entonces. Si se efectuaron o no estudios previos y/o anteproyectos. Se analizará la documentación existente con el fin de aprovechar todo aquello que puede simplificar la labor del proyectista. Exponer de donde partimos, donde queremos llegar, y con qué medios contamos. Aducir con claridad las razones y justificaciones del proyecto. Los antecedentes ponen de manifiesto el

problema a resolver. Su exposición argumenta concluyentemente la necesidad o conveniencia de abordar su solución.

– Objetivo del proyecto

No es anormal confundir el objetivo del proyecto con la solución al problema planteado y ésta debe producirse, lógicamente, más tarde. Llegará después de estudiado concienzudamente el tema. No debemos aquí prejuizar soluciones. La Propiedad, en muchos casos, se anticipa a la solución y encarga al proyectista un proyecto donde se prejuiza ésta. El proyectista no debe aceptar imposiciones que incluyan la solución al problema que sólo él debe resolver. Es aconsejable limitarnos concretamente a definir el problema a resolver, y más adelante ocuparnos de aquellos y de sus consecuencias.

– Justificación de la solución adoptada

Clarificado el problema planteado, estudiadas todas las opciones y alternativas posibles, alcanzaremos la solución que tiene mayor probabilidad de ser la óptima. El proyectista deberá enumerar todas las razones que demuestren que ésa, y no otra, es la mejor solución. Las razones legales, técnicas y económicas no son subjetivas, pero sí las de tipo social y ambiental. Son éstas las que entrañan mayores dificultades de valoración global. El presupuesto constituirá un argumento importante para la elección de la solución, pero no siempre el aparentemente más reducido es el más económico. Habrá también que valorar los plazos de construcción, los métodos de ejecución y las exigencias de explotación y conservación. Decidido el diseño general se tendrá que abordar el dimensionado de todos y cada uno de sus elementos constitutivos, lo que podríamos definir como micro dimensionado.

– Descripción de las obras

De las obras objeto del proyecto debe ser resumida en la memoria su descripción de forma tal que su amplitud permita conocer los extremos más esenciales de las obras proyectadas. El relato descriptivo, aunque conciso, será claro y completo y no omitirá conceptos que exijan al lector el recurrir a los planos u otros documentos para aclarar sus dudas. Se aludirá a ellos en los momentos oportunos a fin de que quien estudie el proyecto pueda comprobar

todos los detalles que le queden confusos durante la lectura de este apartado en la Memoria.

- Plan de obra.

Se realizará un detallado del orden y el procedimiento a seguir en la ejecución de la obra.

Los planos son la representación gráfica y exhaustiva de todos los elementos que plantea un proyecto. Constituyen la geometría plana de las obras proyectadas de forma que las defina completamente en 3D. Muestran cotas, dimensiones lineales, superficiales y volumétricas de todas las construcciones y acciones que comportan los trabajos desarrollados por el Proyectista. Definen las obras a desarrollar por el Constructor y componen el documento del proyecto que más circula a pie de obra. Es aconsejable la superabundancia de cotas y datos en los planos. Al variar la finalidad de un plano o su escala dentro del proyecto, es recomendable repetir algunas cotas a fin de soslayar cualquier error u omisión que haya podido deslizarse en otro plano o lugar. Es importante que el proyecto disponga de medios que permitan resolver las discrepancias que en su interior puedan producirse y el ser repetitivo en los planos es útil a tal fin. La escala a utilizar en un plano dependerá de la finalidad o función de dicho plano.

Dentro de los planos que deben estar presentes en un proyecto están:

- Planta general

Donde se indiquen, a escala reducida, todos los elementos del proyecto que nos permitan situar sus partes dentro de un todo. Viene a ser una vista aérea del conjunto.

- Plantas y secciones horizontales

La planta, como proyección vertical, es indispensable para la definición geológica de las obras planteadas en un proyecto. El número de hojas o planos de planta de un proyecto puede ser numeroso y será tal que permita conocer con precisión y exactitud todo aquello que pretendemos determinar.

- Detalles

En el proyecto no debe quedar ningún elemento por definir. El conjunto de planos con el nombre de detalles debe recoger todo aquello que haya podido quedar confuso por no ser esencial en otros planos o porque las escalas utilizadas en otros lugares no permitían una visión clara del tema. A veces se recurre a este apartado mediante el artificio de incluir en los propios planos de planta, alzado o sección, algunos detalles en base a ampliar la escala de una de sus zonas.

En resumen, para formar el proyecto es necesario regirse por un orden, que dará la base para la confección idónea del mismo, por lo que este proyecto va a estar estructurado de la siguiente forma:

- Análisis de las consideraciones específicas para el diseño
- Construcción del modelo numérico para el análisis y diseño
- Obtención de los estados críticos para el diseño
- Diseño de los elementos de la estructura.
- Disposiciones constructivas para el diseño estructural
- Detalles: Memoria descriptiva, planos, pliegue de prescripciones o detallado técnico específico

### **I.5- Exposición de las normativas a considerar en el proceso de diseño y construcción**

A lo largo de proyecto se han tenido en cuenta una serie de normativas técnicas para el diseño y una serie de consideraciones dadas en estas normas. En este epígrafe se abordará las diferentes normativas y las consideraciones dadas en ellas para poder efectuar el proyecto y sus cálculos.

Las normas de la construcción son reglamentos que existen con el objetivo de unificar el trabajo de diseño y de construcción para así lograr un orden en el desarrollo de la edificación con respecto a todas las edificaciones existentes, logrando garantizar la seguridad y eficiencia en la obra.

A la hora de tener en cuenta estas normativas se debe considerar que cada país tiene condiciones únicas y que nuestro país no está exento de esto. A lo largo de los años en Cuba se han implementado una serie de normas que respaldan la construcción y buscan lograr en seguridad y economía por eso las normas se encuentran en constante modificación y sujetas a cambios y sustituciones. También es de considerar las normas internacionales para la construcción como son las normas ACI que son una guía a nivel internacional.

En este trabajo se consideraron las siguientes normas para el cálculo del diseño.

- 1- Norma ACI 318-05 y ACI 318-08: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.
- 2- Norma Cubana 207-2013: Requisitos Generales para el Diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón.
- 3- Norma Cubana 450-2006: Edificaciones-Factores de Carga o Ponderación-Combinaciones.
- 4- Norma Cubana 284-2003: Edificaciones. Cargas de Uso.
- 5- Norma Cubana 46-2014: Construcciones Sismorresistente-Requisitos Básicos para el Diseño y Construcción.
- 6- Norma Cubana 285-2003: Carga de Viento. Método de Cálculo.
- 7- Norma Cubana 283-2003: Densidad de Materiales Naturales, Artificiales y de Elementos de Construcción como Carga de Diseño.
- 8- Norma Cubana 7-2002: Barras de Acero para Refuerzo de Hormigón. Especificaciones.

### **Conclusiones al capítulo**

En este capítulo se realizó un análisis de los procedimientos a seguir para poder llevar a cabo la realización de un proyecto de modificación arquitectónica. Se desarrolló un análisis de la historia de la iglesia bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris, así como la manera en que fue construida y las principales afectaciones que presenta. Se estudió la manera de desarrollar el proyecto y se llegó a las siguientes conclusiones:

- El estado del inmueble es bueno con presencia de afectaciones menores que no afectan su seguridad y que tampoco impiden una modificación.
- La iglesia presenta materiales resistentes que permiten continuar su uso por otro periodo de tiempo.
- El procedimiento a seguir a la hora de realizar el proyecto es:
  - Análisis de las consideraciones específicas para el diseño
  - Construcción del modelo numérico para el análisis y diseño
  - Obtención de los estados críticos para el diseño
  - Diseño de los elementos de la estructura
  - Disposiciones constructivas para el diseño estructural

## **CAPÍTULO II: ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA PROPUESTA DE MODIFICACIÓN ARQUITECTÓNICA**

### **Introducción al capítulo**

En este capítulo se realizará el diseño de la modificación arquitectónica de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris. A lo largo de este capítulo se realizará el diseño de la estructura utilizando los métodos y criterios de diseño dados en la Norma Cubana 207:2013 y en la Norma ACI 318-05 y 318-08. Se efectuará el análisis de las cargas y solicitaciones de la estructura y el diseño de los elementos estructurales a construir. Además de que se usará el Software ETABS 2013 para el análisis de las solicitaciones y como ayuda para el diseño de vigas y columnas. Se realizará siempre teniendo en cuenta todas las Normas Cubanas para la construcción.

### **II.1- Análisis de las consideraciones específicas para el diseño.**

En este epígrafe se abordará algunos de los aspectos fundamentales que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar el diseño de la estructura. Es importante tener presente las consideraciones tomadas para así poder hacer un correcto uso de ellas.

#### **II.1.1- Consideraciones específicas para el diseño según la normativa ACI 318.**

El diseño de este proyecto se realizó en gran parte por softwares especializados los cuales tenían como metodologías de diseño las planteadas por esta norma. Además de ser una norma con gran prestigio y presentar una metodología eficaz.

Entre las consideraciones dadas encontramos que:

- Los cálculos correspondientes al diseño se deben conservar junto con los planos cuando así lo requiera la autoridad competente. Se puede hacer el análisis y diseño por medio de programas de computación siempre que se entreguen las suposiciones de diseño, los datos de entrada y los resultados generados por el programa. Se puede usar análisis de modelos para complementar los cálculos (3).
- Los resultados computacionales documentados son aceptables en vez de los cálculos manuales. El alcance de la información de entrada y salida requerido varía de acuerdo con los requisitos específicos de la autoridad competente. Sin

embargo, cuando el diseñador haya utilizado un programa de computación, normalmente sólo se requieren los datos básicos. Estos deben contener la suficiente información acerca de los datos de entrada y los resultados, así como cualquier otra información necesaria, con el fin de permitir a la autoridad competente efectuar una revisión detallada y hacer comparaciones utilizando otro programa o cálculos manuales. (3)

- En el diseño de concreto estructural, los elementos deben diseñarse para que tengan una resistencia adecuada, de acuerdo con las disposiciones de este reglamento, utilizando los factores de carga y los factores de reducción de resistencia  $\phi$  especificados. (3)
- Las disposiciones de diseño de este reglamento se basan en la suposición que las estructuras deben diseñarse para resistir todas las cargas solicitadas. (3)
- Las cargas de servicio deben cumplir con los requisitos del reglamento general de construcción de la cual forma parte este reglamento, inclusive las reducciones de carga vivas que en dicho reglamento general se permitan. (3)
- Todos los elementos de pórticos o estructuras continuas deben diseñarse para resistir los efectos máximos producidas por las cargas mayoradas determinadas de acuerdo con la teoría del análisis elástico. (3)

### II.1.2- Consideraciones específicas de la norma NC 46:2014

Las Acciones sísmicas son acciones accidentales debidas a la ocurrencia de un sismo, tales como la propagación de ondas, inestabilidad del terreno, desplazamiento de fallas, tsunamis, etc. (4)

En la norma se presenta una tabla que plantea el peligro sísmico en las diferentes zonas del territorio nacional por municipios de la cual se obtiene que

No.	Provincia	Municipio	c_mun	S <sub>0</sub> (g)	S <sub>s</sub> (g)	S <sub>1</sub> (g)	TI(s)	Zona
131	Holguín	Urbanos Noris	1109	0.256	0.474	0.168	8	3

Se determinó que el tipo de terreno es de terreno es D y que dado eso

Na	Nv	Kd
1	1	1

### II.1.3- Consideraciones específicas de la norma NC 285:2003

Se efectuará el cálculo de dicha norma para el análisis de las cargas laterales además de la carga de sismo.

Se tendrá en cuenta que (5):

- Urbanos Noris se encuentra en la zona 3 y que para esta zona la presión básica del viento por provincia es de  $q=0,9 \text{ kN/m}^2$ .
- Además, se considerará que el coeficiente de sitio es normal  $C_s=1$
- El terreno es tipo A siendo  $C_h=0,8$ .
- Coeficiente de ráfaga  $C_r=1,22$

### II.1.4- Consideraciones específicas de la Norma NC 7:2002

- El acero que se utilizará será G-40 con una  $f_y=300 \text{ MPa}$
- Las barras con las que se cuentan para el proyecto tienen dimensiones de:
  - (1/2)" o 12,7 mm con una masa lineal de 0,994 (kg/m)
  - (5/8)" o 15,9 mm con una masa lineal de 1,552 (kg/m)
  - (1)" o 25,4 mm con una masa lineal de 3,973 (kg/m) (6)

### II.1.5- Consideraciones específicas de la Norma NC 283:2003

Se presentará la densidad de los elementos a considerar para la carga de peso propio. (7)

Materiales	Densidad	Unidad
Hormigón Armado. Compactación Normal	24	kN/m <sup>3</sup>
Losa cerámica	0.2	kN/m <sup>2</sup> /cm
Tablero de madera dura	11	kN/m <sup>3</sup>
Teja francesa	0.48	kN/m <sup>2</sup>
Enrajonado (relleno mejoramiento)	0.18	kN/m <sup>2</sup> /cm

### II.1.6- Consideraciones específicas de la Norma NC 284:2003

Los valores nominales mínimos de carga debido al uso o explotación, son definidos como los valores más desfavorables para ciertas o posibles condiciones de uso normal

de las edificaciones. Para los efectos del cálculo y diseño, los valores nominales serán considerados como valores característicos. (8)

Se mostrará en la siguiente tabla los valores asumidos para este diseño:

No.	Denominación de edificios y locales	Cargas en kN/m <sup>2</sup>
7	Edificios de reuniones y Espectáculos	
7.2	Locales o áreas públicas sin asientos (salones de baile, sala de recreo y otros)	5
11	Azoteas	
11.1	Techo plano con desagüe libre y accesible al público.	2

## II.2- Construcción del modelo numérico para el análisis y diseño.

Para la construcción del modelo numérico se utilizó el software ETABS 2013 además del software SAP 2000 para la modelación de las losas de cubierta y entrepiso. Teniendo en cuenta los factores de carga necesario y los cálculos manuales para introducir valores en el software. Los cálculos se realizaron según la norma ACI 318.

### II.2.1- Diseño de la losa de Cubierta.

La losa de cubierta presenta una longitud de 14,3 m por la luz larga y de 7,88 m.

Para el diseño de la losa se dividió la losa por paños de losa según los apoyos y se realizó un análisis de la dirección de trabajo según las consideraciones dadas en la Norma.

Condiciones de apoyo: Se encuentra apoyada en dos de sus extremos por la luz corta.

Relación entre luz larga y luz corta:

$$\text{Si } \frac{l_l}{l_c} \geq 2 \text{ La losa trabaja en 1 dirección}$$

Para determinar la relación LI con Lc se emplea un Excel donde se pone de manifiesto la luz larga, luz corta y la relación entre ellas siendo enumerada de la losa que se encuentra en la entrada principal hasta la losa que da a la parte posterior.

Tabla II.1 Dirección de trabajo de Losa de Cubierta				
Tramos	Ancho en la luz de 14 Lc (m)	Largo en la luz de 8 LI (m)	LI/Lc	Dirección
1	1.4	6.2	4.43	Una Dirección
2	2.7	7.88	2.92	Una Dirección
3	2.7	7.88	2.92	Una Dirección
4	2.7	7.88	2.92	Una Dirección
5	2.7	7.88	2.92	Una Dirección
6	2.1	7.88	3.75	Una Dirección

Luego de determinado la dirección de trabajo se pasa a determinar el espesor de la losa (h). Para ello se cuenta con una tabla dada por la norma donde teniendo en cuenta la luz de la dirección de trabajo, el tipo de apoyo y la fy del acero se obtiene el espesor mínimo requerido.

Con las condiciones de que ambos extremos están simplemente apoyados y que la  $f_y=300$  MPa entonces por paño de losa se obtiene:

Tabla II.2 Espesor de la losa según la luz, fy y la condición de apoyo.			
Losa	Luz en la dirección de trabajo Lc (m)	Con fy 300 Mpa S.A	Espesor h (m)
1	1.4	25	0.056
2	2.7	25	0.108
3	2.7	25	0.108
4	2.7	25	0.108
5	2.7	25	0.108
6	2.1	25	0.084

Luego de obtenidos los espesores por losa se tomará un espesor medio que satisfaga las necesidades de las losas que requieren un mayor espesor así se logrará obtener una mayor uniformidad y se facilitará la construcción. El espesor será  $h=0,1$  m.

Las Cargas a considerar son las de peso propio y las de uso que para la losa de cubierta se considerará que es una losa con acceso al público y se le dará una carga de  $Q_c=2$  kN/m<sup>2</sup>. Se considerará un impermeabilizante que será Enrajonado con un peso propio de 0,18 kN/m<sup>2</sup>/cm.

Para realizar el análisis de momento se utilizará el software SAP 2000 v.15 dando los momentos y fuerzas necesarias requeridas para el diseño. El software también incluye los detalles de refuerzo para la losa.

A la hora del diseño, el mismo se realizó en la franja de un metro con respecto a la dirección de trabajo como muestra la figura.

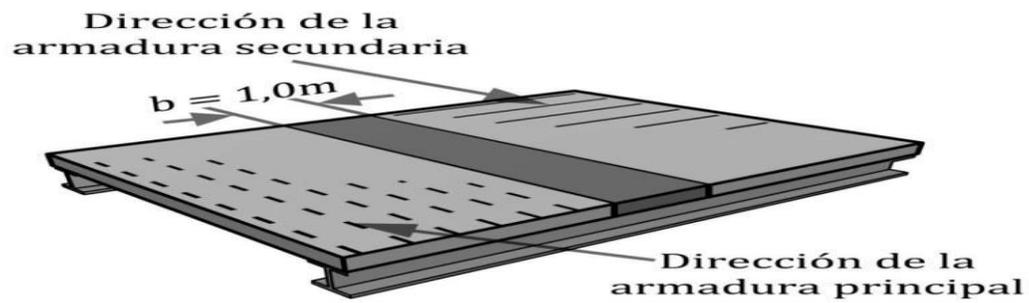


Figura II.1 Losa. Posición de los apoyos. Sentido de la franja de 1m. Dirección del armado.

El análisis según el software se realizó con las siguientes consideraciones.

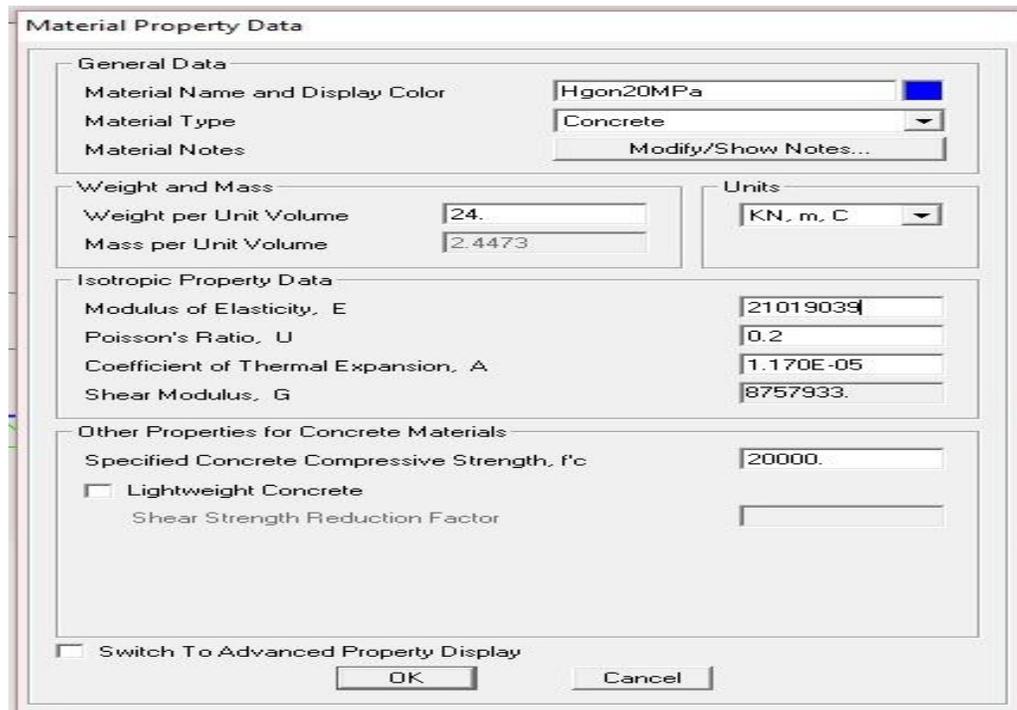


Figura II.2 Detalle del hormigón de la losa de cubierta.

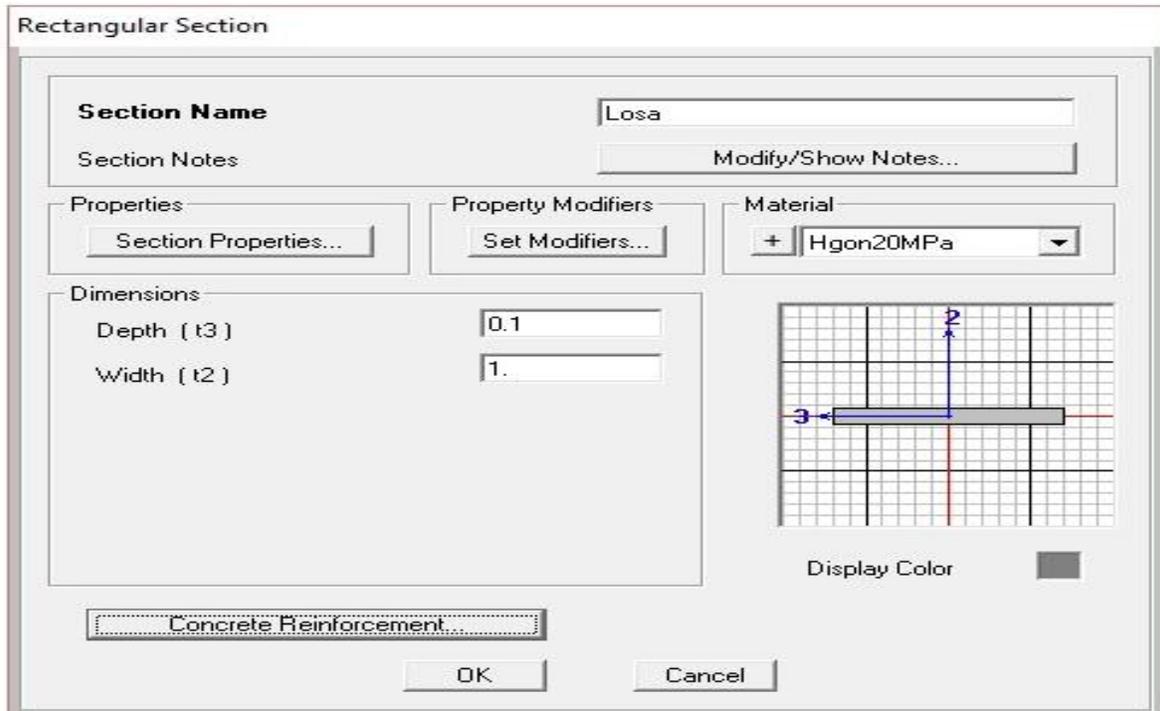


Figura II.3 Detalles de la losa de cubierta.

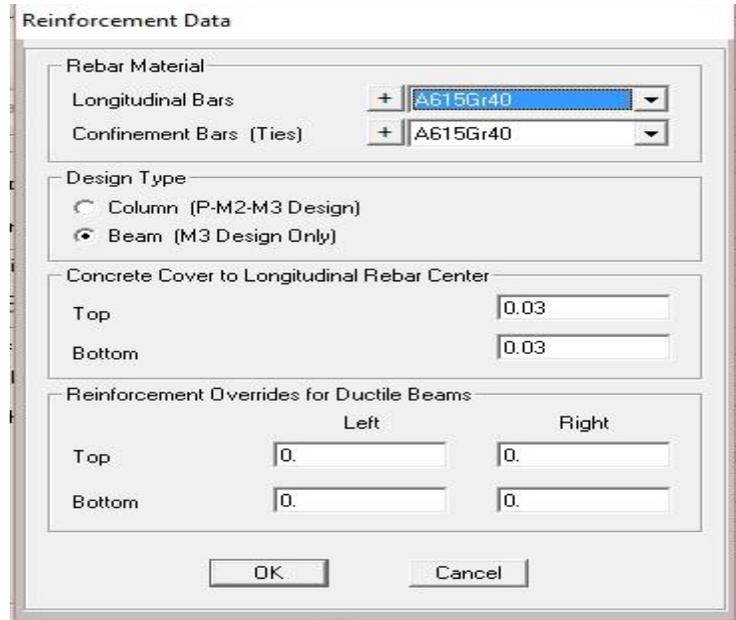


Figura II.4 Detalle de recubrimiento de la losa de cubierta.

Dando como resultado el gráfico de momento siguiente.

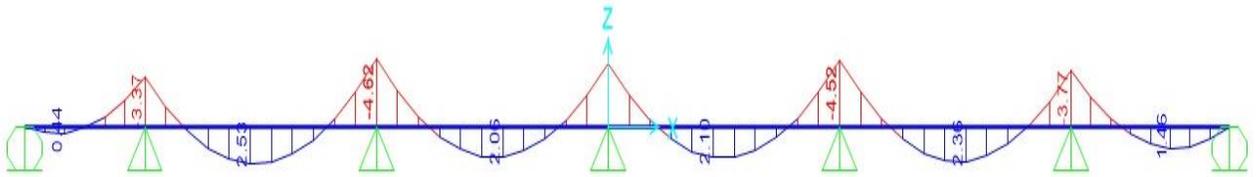


Figura II.5 Gráfico de Momento de la losa de cubierta.

Ya dado el gráfico de momento se le da ejecutar al programa y el da los detalles de acero.

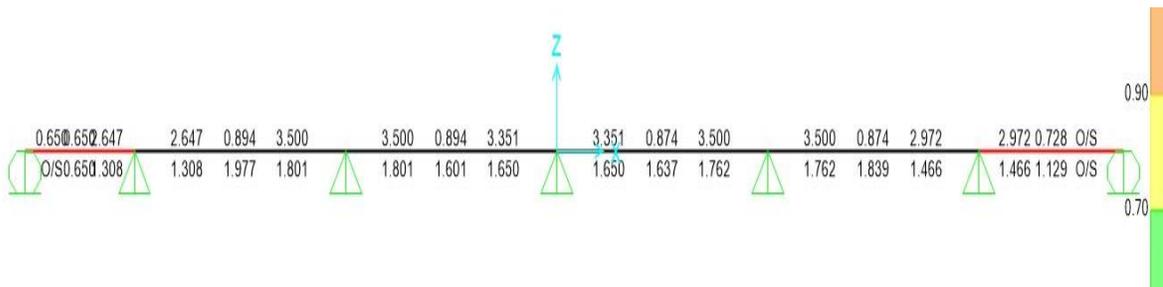


Figura II.6 Resultado del cálculo de Acero de la losa de cubierta según el software.

- Cálculo de refuerzo inferior.

Determinar el área de acero mínima requerida (9).

Para eso se tiene que  $\rho_{\min}=0,002$  por lo que

$$A_{s\min} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 7 = 1,4 \text{ cm}^2$$

Escogiéndose el  $A_s$  dado por el software  $A_s=1.977\text{cm}^2$  quedando que se necesitan 2 barras de  $\phi=1/2''$

Cuando calculas el espaciamiento da que es igual a 50 cm.

Se calcula el espaciamiento máximo y se toma el menor de los dos criterios que son:  $2h$  o  $45\text{cm}$ . Ya que  $2h=20\text{cm}$  se escoge este espaciamiento. Por lo que se compara el espaciamiento quedando menor el espaciamiento que requiere el área de acero dado. Luego se determina según el espaciamiento máximo la cantidad de acero que es barras de diámetro  $\phi=1/2''$  espaciado a  $200\text{mm}$ .

- Cálculo del refuerzo superior.

Determinar el área de acero mínima requerida (9).

Para eso se tiene que  $\rho_{\min}=0,002$  por lo que:

$$A_{s\min} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 7 = 1,4 \text{ cm}^2$$

Quedándonos con el dado por el software  $A_s=3.50\text{cm}^2$  para las barras de acero dándonos así que por  $A_s$  se necesitan 3 barras de  $\phi=1/2''$

Cuando calculas el espaciamiento da que es igual a 35 cm.

Se calcula el espaciamiento máximo y se toma el menor de los dos criterios que son (9):  $2h$  o  $45\text{cm}$ . Ya que  $2h=20\text{cm}$  se escoge este espaciamiento. Por lo que se compara el espaciamiento quedando menor el espaciamiento que requiere el área de acero dado. Luego se determina según el espaciamiento máximo la cantidad de acero que es barras de diámetro  $\phi=1/2''$  espaciado a  $200\text{mm}$ .

- Cálculo del refuerzo secundario.

El refuerzo secundario se calcula mediante un criterio de cuantía mínima dando que (9):

$$\rho_{min} = 0,0014 \text{ por lo que } A_{s1min} = 0,0014 * b * d$$

$$A_{s1min} = 0.98$$

Se comprueba por el criterio de  $S_{m\acute{a}x}$  que tiene que ser menor o igual que el menor de los siguientes criterios:

$$S_{m\acute{a}x} \leq \begin{cases} 5h \\ 45 \end{cases}$$

Como el espaciamiento es mayor que el  $S_{m\acute{a}x}$  se escoge el  $S_{m\acute{a}x}$  quedando el refuerzo secundario de la siguiente forma: barras de 1/2" espaciado a 450mm.

Luego de terminado el dise\u00f1o se realiza el chequeo por fisuraci\u00f3n:

- Chequeo por fisuraci\u00f3n.

Para el chequeo por fisuraci\u00f3n en la norma se plantea que la fisuraci\u00f3n m\u00e1xima para hormigones con una agresividad media es de 0,30mm (10). Dado este dato se calcula por las formulas dadas en la norma, a trav\u00e9s de ecuaciones emp\u00edricas, la abertura por fisuraci\u00f3n.

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * \beta * \sigma_a * (d_c * A_k)^{\frac{1}{3}} \quad (10)$$

Donde:

$a_f$ : ancho de fisura (en mm)

$\beta$ : factor de profundidad. ( $\beta=1,20$  para vigas y  $\beta=1,35$  para losas)

$\sigma_a$ : tensi\u00f3n de tracci\u00f3n de la armadura, en MPa, para la sollicitaci\u00f3n de momento M deservicio. Por lo anterior  $\sigma_a = M / A \times Z_f$  en condiciones normales  $\sigma_a$  puede ser igual a  $0,6 * f_y$ .

A: \u00e1rea total de acero en tracci\u00f3n.

$Z_f$  brazo del par de fuerzas interiores para sollicitación de servicio, para hormigón armado.

Como simplificación se permite tomar  $Z_f$ :

Sección rectangular sin refuerzo a compresión:

Losas  $Z_f = 0,85d$ ; Vigas  $Z_f = 0,80d$ ; Vigas forma T  $Z_f = 0,90d$ ; Viga rectangular con refuerzo a compresión:  $Z_f = 0,90d$

Para cálculos simplificados, en estructuras normales, se puede considerar:  $\sigma_a = 0,60 f_y$ .

$d_c$ : distancia desde la fibra extrema en tracción al centro de las barras más cercanas a esa fibra, en mm.

$A_k$ : área efectiva en tracción del hormigón, en  $mm^2$ , que rodea a las barras de refuerzo, en tracción por flexión y que tiene el mismo centroide que dicho refuerzo, dividida entre el número de barras.  $A_k = 2b \times d_g / n_\phi$ .

$n_\phi$ : cantidad de barras en tracción por flexión.

$d_g$  distancia del centro de gravedad de la armadura en tracción por flexión a la fibra extrema en tracción.

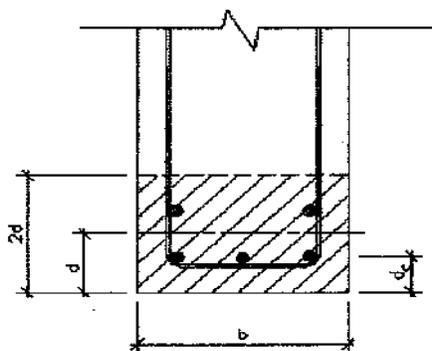


Figura II.7 Área efectiva del hormigón en tracción.

Aplicando las formulas ya dadas queda

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,35 * 180 * (45.85 * 400)^{\frac{1}{3}} = 0,07mm$$

Cuando se compara con la abertura máxima de fisura nos queda que  $0,30 > 0,07$  por lo que se encuentra en el rango permisible cumpliendo el diseño con la condición de fisuración.

### **II.2.2- Diseño da la losa de entrepiso.**

La losa de entrepiso presenta forma de U como se podrá apreciar en el plano A-6 y no recorrerá toda la estructura de la iglesia llegando solamente hasta la última columna.

Para el diseño de la losa se dividió la losa por paños de losa según los apoyos y se realizó un análisis de la dirección de trabajo según las consideraciones dadas en la Norma.

Condiciones de apoyo: Se encuentra apoyada en dos de sus extremos por la luz corta y aun cuando las losas pequeñas la relación luz larga y luz corta es mayor que dos las condiciones de apoyo hacen que sean en una sola dirección.

Luego de determinado la dirección de trabajo se pasa a determinar el espesor de la losa (h). Para ello se cuenta con una tabla dada por la norma donde teniendo en cuenta la luz de la dirección de trabajo, el tipo de apoyo y la  $f_y$  del acero se obtiene el espesor mínimo requerido.

Con las condiciones de que ambos extremos están simplemente apoyados y que la  $f_y=300$  MPa entonces por paño de losa se obtiene:

Tabla II.4 Espesor de la losa según la luz, $f_y$ y la condición de apoyo.			
Losa	Luz en la dirección de trabajo $L_c$ (m)	Con $f_y$ 300 Mpa S.A	Espesor h (m)
1	1.4	25	0.056
2	2.7	25	0.108
3	2.7	25	0.108
4	2.7	25	0.108
5	2.7	25	0.108
6	2.7	25	0.108
7	2.7	25	0.108

Luego de obtenidos los espesores por losa se tomará un espesor medio que satisfaga las necesidades de las losas que requieren un mayor espesor así se logrará obtener una mayor uniformidad y se facilitará la construcción. El espesor será  $h=0,12$  m.

Las Cargas a considerar son las de peso propio y las de uso que para la losa de entrepiso en un local de reunión se considerará a  $Q_c=5 \text{ kN/m}^2$ . Se considerará una solución de piso de losas de cerámica con un peso propio de  $0,20 \text{ kN/m}^2/\text{cm}$ .

Para realizar el análisis de momento se utilizará el software SAP 2000 v.15 dando los momentos y fuerzas necesarias requeridas para el diseño. El software también incluye los detalles de refuerzo para la losa.

El análisis según el software se realizó con las siguientes consideraciones.

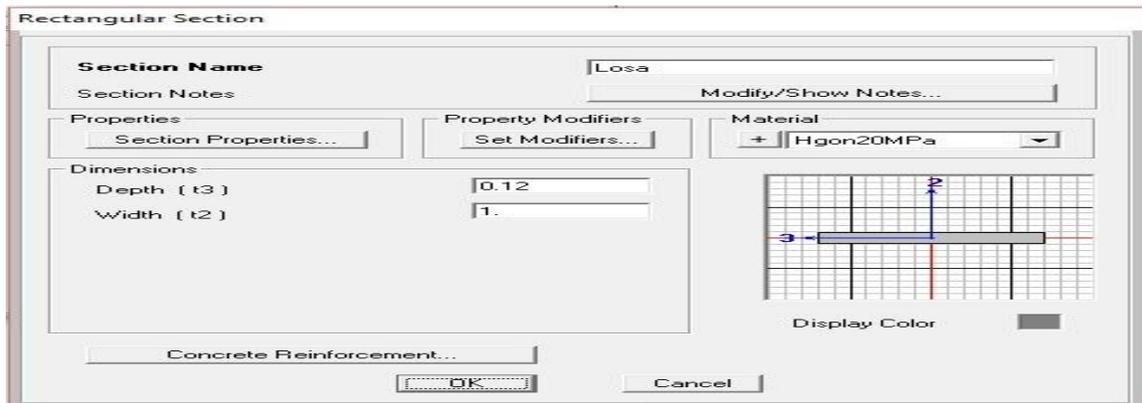


Figura II.8 Detalles de la losa de cubierta.

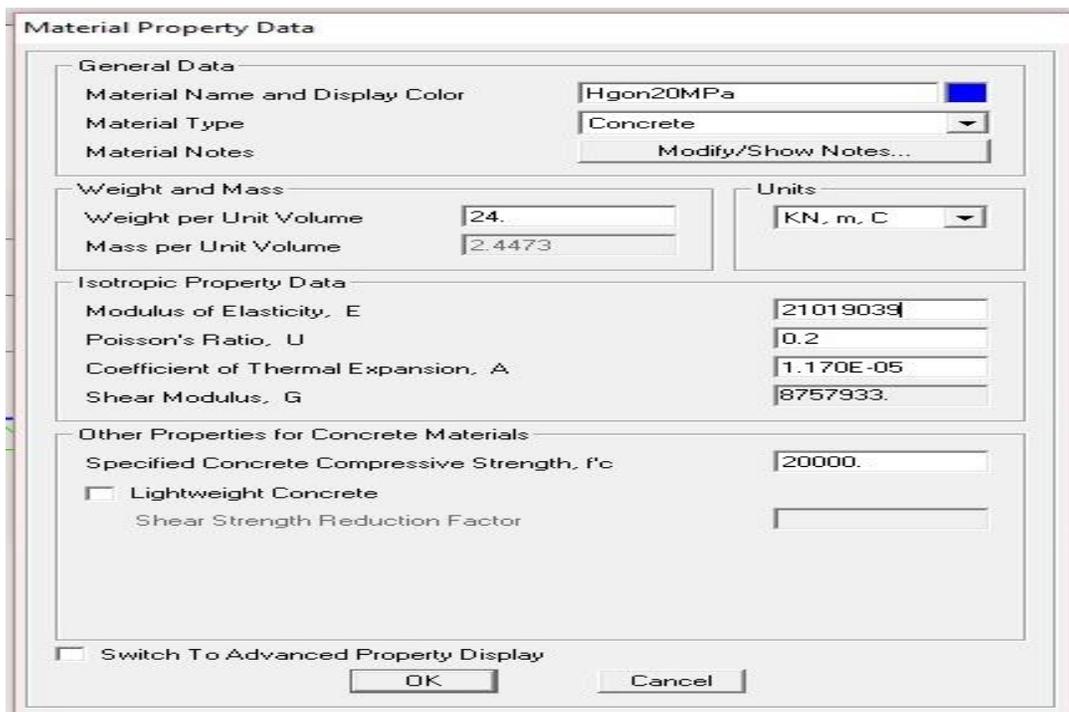


Figura II.9 Detalle del hormigón de la losa de entrepiso.

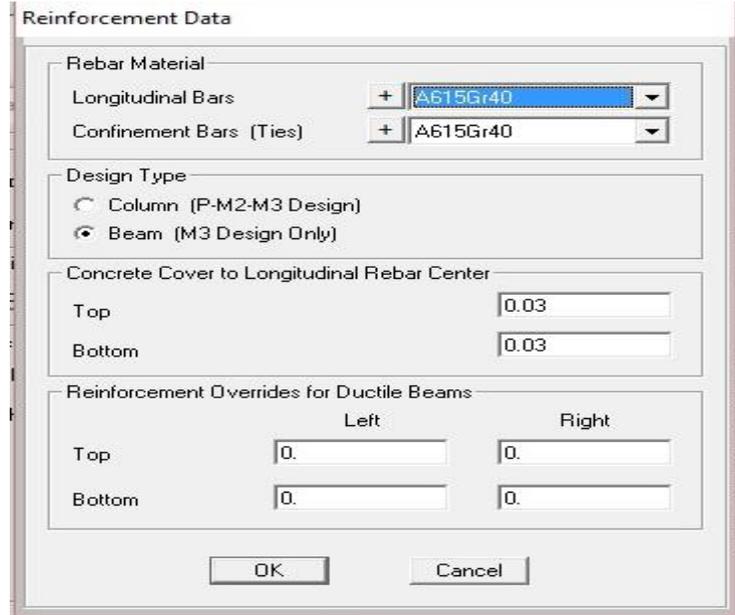


Figura II.10 Detalle de recubrimiento de la losa de entrepiso.

Dando como resultado el gráfico de momento siguiente.

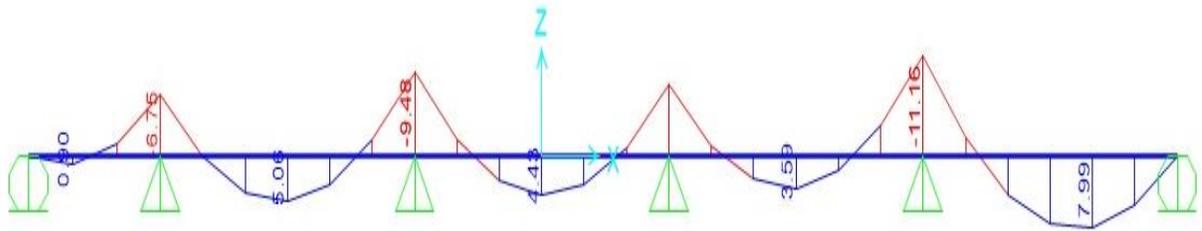


Figura II.11 Gráfico de Momento de la losa de entrepiso.

Ya dado el gráfico de momento se le da ejecutar al programa y el da los detalles de acero.

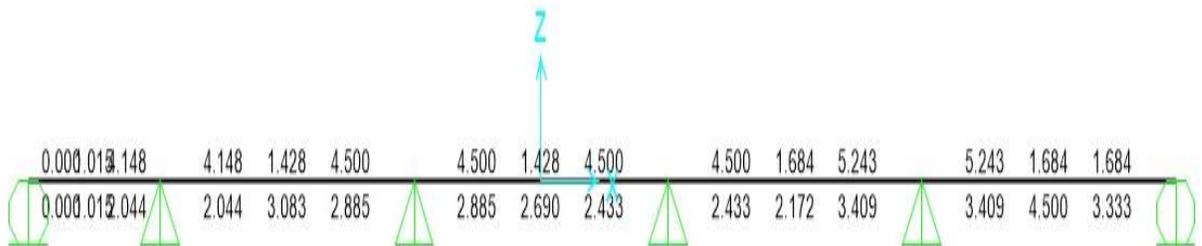


Figura II.12 Resultado del cálculo de Acero de la losa de entrepiso según el software.

- Cálculo del refuerzo inferior.

Determinar el área de acero mínima requerida (9).

Para eso se tiene que  $\rho_{\min}=0,002$  por lo que

$$A_{s\min} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 9 = 1,8 \text{ cm}^2$$

Quedándonos con el As dado por el software  $A_s=4.5\text{cm}^2$  dándonos así que por As se necesitan barras de  $\varnothing= \frac{1}{2}" @250$

Cuando calculas el espaciamiento da que es igual a 25 cm.

Se calcula el espaciamiento máximo y se toma el menor de los dos criterios que son: 2h o 45cm. Ya que  $2h=20\text{cm}$  se escoge este espaciamiento. Por lo que se compara el espaciamiento quedando menor el espaciamiento que requiere el área de acero dado. Luego se determina según el espaciamiento máximo la cantidad de acero que es barras de diámetro  $\varnothing=\frac{1}{2}"$  espaciado a 200mm.

- Cálculo del refuerzo superior.

Paso 4: Determinar el área de acero mínima requerida (9).

Para eso se tiene que  $\rho_{\min}=0,002$  por lo que:

$$A_{s\min} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 * 7 = 1,4 \text{ cm}^2$$

Quedándonos con el As dado por el software que es  $A_s=5,243$  para las barras de acero dándonos así que por As se necesitan barras de  $\varnothing= \frac{1}{2}"$ .

Cuando calculas el espaciamiento da que es igual a 25 cm.

Se calcula el espaciamiento máximo y se toma el menor de los dos criterios que son (9): 2h o 45cm. Ya que  $2h=20\text{cm}$  se escoge este espaciamiento. Por lo que se compara el espaciamiento quedando menor el espaciamiento que requiere el área de acero dado. Luego se determina según el espaciamiento máximo la cantidad de acero es en la sección de 1m de 5 barras de diámetro  $\frac{1}{2}"$  espaciado a 200mm.

- Cálculo del refuerzo secundario.

El refuerzo secundario se calcula mediante un criterio de cuantía mínima dando que (9):

$$\rho_{min} = 0,0014 \text{ por lo que } A_{s1min} = 0,0014 * b * d$$

$$A_{s1min} = 0.98$$

Se comprueba por el criterio de  $S_{m\acute{a}x}$  que tiene que ser menor o igual que el menor de los siguientes criterios:

$$S_{m\acute{a}x} \leq \begin{cases} 5h \\ 45 \end{cases}$$

Como el espaciamiento es mayor que el  $S_{m\acute{a}x}$  se escoge el  $S_{m\acute{a}x}$  quedando el refuerzo secundario de la siguiente forma: barras de 1/2" espaciado a 450mm.

Luego de terminado el diseño se realiza el chequeo por fisuración:

- Chequeo por fisuración.

Siguiendo el mismo procedimiento dado en el cálculo del chequeo por fisuración en la losa de cubierta en el II.2.1 se obtiene que:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,35 * 180 * (45.85 * 400)^{\frac{1}{3}} = 0,07$$

Cuando se compara con la abertura máxima de fisura nos queda que  $0,30 > 0,07$  por lo que se encuentra en el rango permisible cumpliendo el diseño con la condición de fisuración.

### II.2.3- Cálculo del espectro de diseño de respuesta sísmica.

Para el cálculo se usó la NC 46-2014. Donde se tiene que (4):

Calcular el ajuste por intensidades sísmicas especiales

$$S_{cs} = S_s * F_a * N_a$$

$$S_{1s} = S_1 * F_v * N_v$$

Luego se calcula el espectro calibrado al nivel de diseño requerido.

$$S_{ds} = S_{cs} * K_d$$

$$S_{D1} = S_{1S} * K_d$$

Después se calcula los periodos de esquina

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 5 * T_0$$

$$T_L = 8$$

Ahora se calcula las ordenadas espectrales

$$S_a = S_{DS} * \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0}\right) \text{ para } T \leq T_0$$

$$S_a = S_{DS} \text{ para } T_0 < T \leq T_L$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \text{ para } T_s < T \leq T_L$$

$$S_a = \frac{S_{D1} * T_l}{T^2} \text{ para } T > T_L$$

Los cálculos se realizaron en un Excel quedando los siguientes resultados:

Tabla II.5 Cálculo de los factores necesarios para el espectro								
So	Ss	S1	TL	Fa	Fv	Na	Nv	Kd
0.256	0.474	0.168	8	1.426	2.32	1	1	1
Scs	0.675924	Sds	0.675924					
S1s	0.38976	Sd1	0.38976					
To	0.11532658							
Ts	0.57663288							
TL	8							

Obtenido estos resultados se pasa calcular los parámetros para el espectro de diseño de respuesta sísmica:

Tabla II.6 Espectro	
T	Sa

0	0.2703696
0.02	0.34070107
0.04	0.41103255
0.06	0.48136402
0.08	0.5516955
0.1	0.62202697
0.11532658	0.675924
0.57663288	0.675924
0.6	0.6496
0.8	0.4872
1	0.38976
1.2	0.3248
1.4	0.2784
1.6	0.2436
1.8	0.21653333
2	0.19488
2.2	0.17716364
2.4	0.1624
2.6	0.14990769
2.8	0.1392
3	0.12992

Una vez que se tabularon los resultados con el software ETABS 2013 se importan los datos quedando el gráfico del espectro.

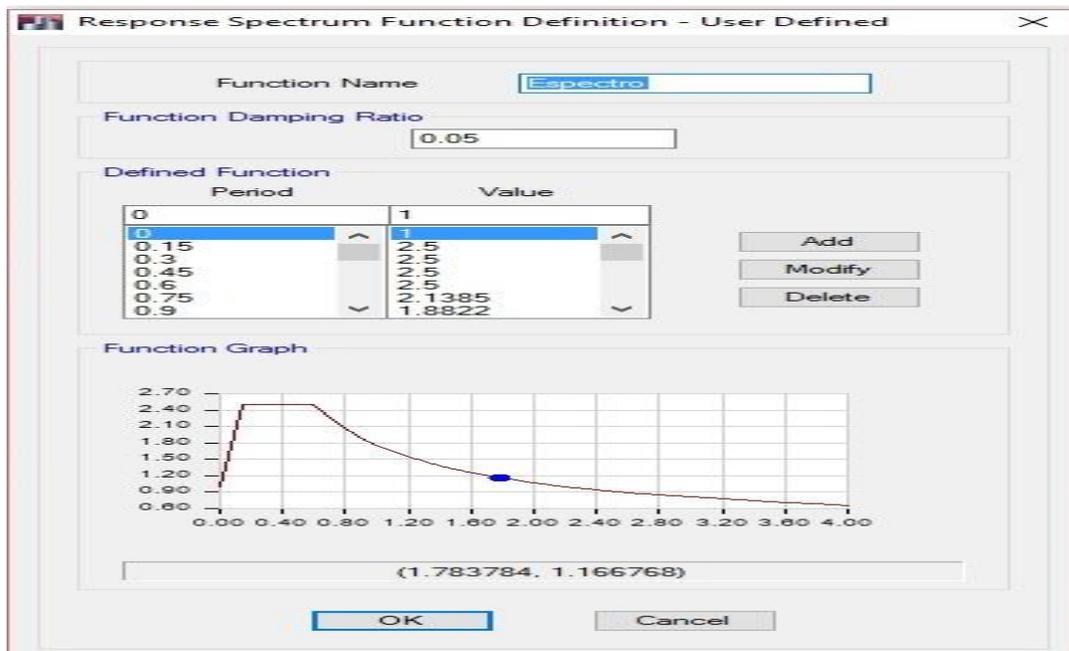


Figura II.13 Espectro de diseño de respuesta sísmica.

## II.2.4- Consideraciones generales para la construcción del modelo en el software ETABS 2013.

Para el diseño en el software hay que tener en cuenta algunas consideraciones como el dibujo de la estructura, los materiales a emplear, las secciones de columnas, vigas y losas, las cargas que afectan la estructura y las combinaciones de cargas.

- Representación gráfica de la estructura de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

La estructura queda representada de la siguiente manera:

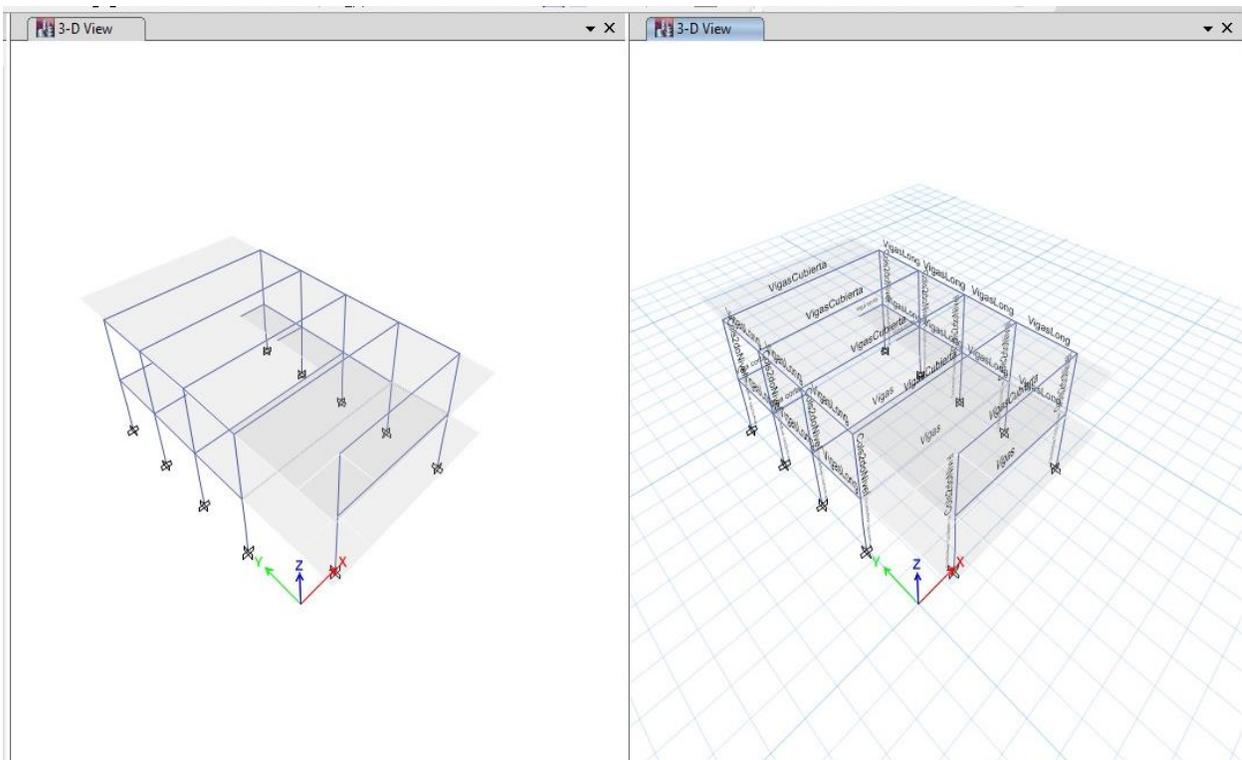
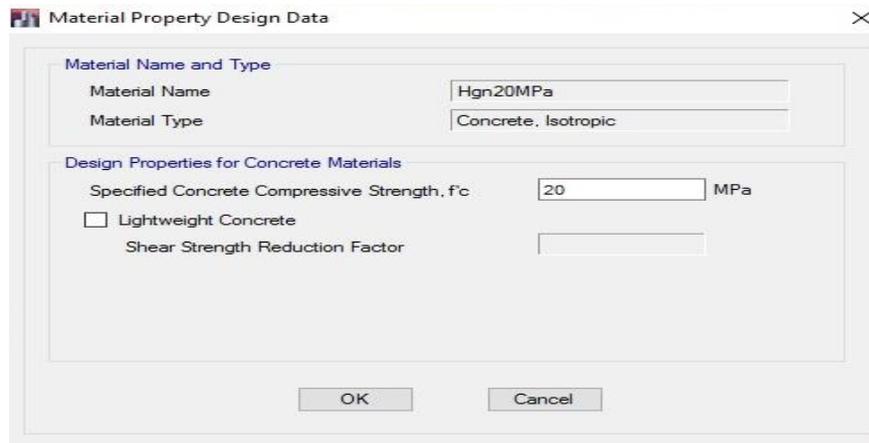


Figura II.14: Dibujo de la estructura de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris y representación de las diferentes secciones.

Luego de la representación gráfica de la estructura se pasa a la asignación de los materiales a usar en el proyecto el hormigón y el acero.

- Características de los materiales.

Para el hormigón se trabajó con las características siguientes:

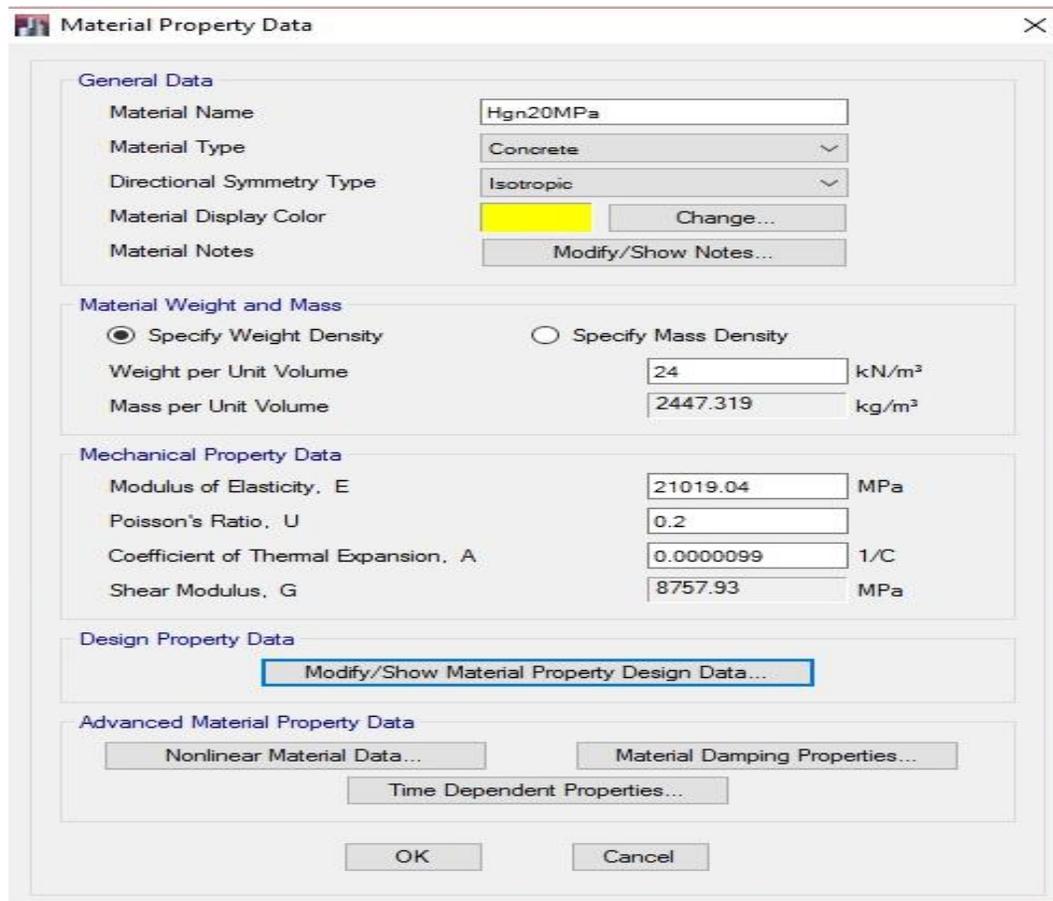


The dialog box titled "Material Property Design Data" contains the following fields and options:

- Material Name and Type:**
  - Material Name: Hgn20MPa
  - Material Type: Concrete, Isotropic
- Design Properties for Concrete Materials:**
  - Specified Concrete Compressive Strength,  $f_c$ : 20 MPa
  - Lightweight Concrete
  - Shear Strength Reduction Factor: (empty field)

Buttons: OK, Cancel

Figura II.15: Resistencia a compresión del hormigón ( $f_c$ .)



The dialog box titled "Material Property Data" contains the following sections and fields:

- General Data:**
  - Material Name: Hgn20MPa
  - Material Type: Concrete
  - Directional Symmetry Type: Isotropic
  - Material Display Color: (Yellow swatch) Change...
  - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
  - Specify Weight Density  Specify Mass Density
  - Weight per Unit Volume: 24 kN/m<sup>3</sup>
  - Mass per Unit Volume: 2447.319 kg/m<sup>3</sup>
- Mechanical Property Data:**
  - Modulus of Elasticity, E: 21019.04 MPa
  - Poisson's Ratio,  $\nu$ : 0.2
  - Coefficient of Thermal Expansion,  $\alpha$ : 0.0000099 1/C
  - Shear Modulus, G: 8757.93 MPa
- Design Property Data:**
  - Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:**
  - Nonlinear Material Data...
  - Material Damping Properties...
  - Time Dependent Properties...

Buttons: OK, Cancel

Figura II.16: Características generales del hormigón.

Una vez representadas las características de hormigón se pasará a presentar las características del acero a tener en cuenta.

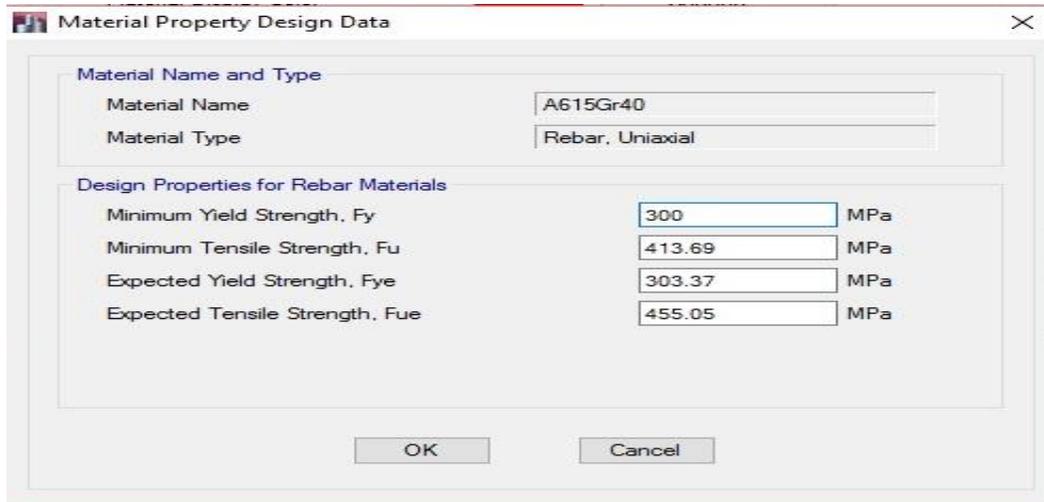


Figura II.17 Tensión en el límite de fluencia ( $f_y$ ).

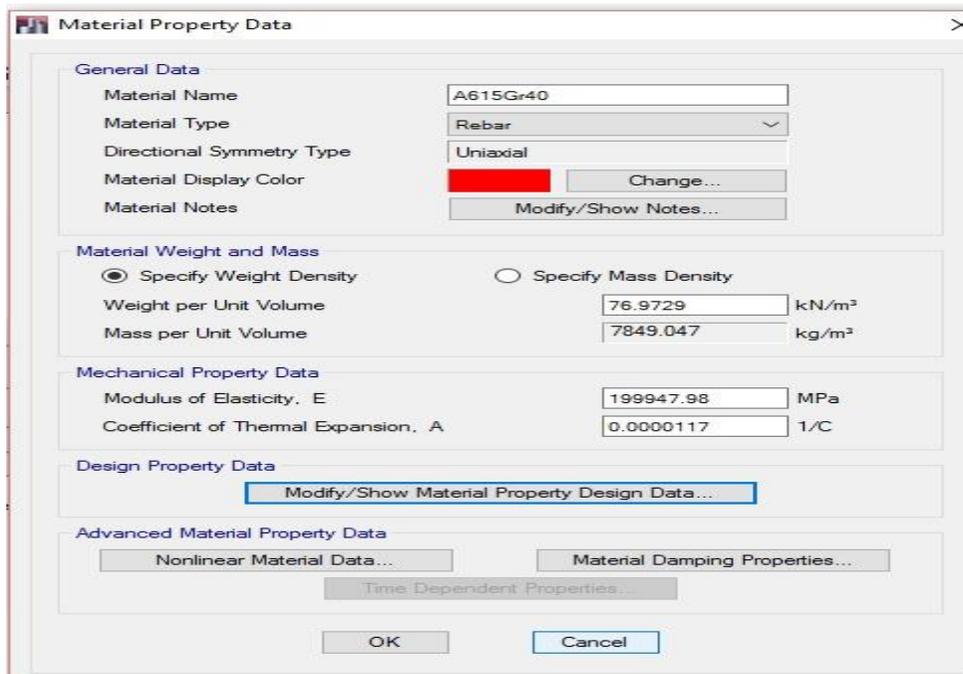


Figura II.18 Características generales del acero.

Luego de dadas las características de los materiales se definen las secciones que quedan conformadas de las siguientes maneras:

- Características de las secciones por elementos estructurales.

Las vigas de cubierta presentan una sección llamada VigasCubierta; Las columnas presentan una sección titulada Cols2doNivel, las vigas de entrepiso tendrán las

secciones de Vigas para las vigas de mayores dimensiones y para las de 1,5m de largo tendrán las secciones Viga corta, para la viga longitudinal será la sección VigasLong, las losas de cubierta tendrán una sección llamada Slab 1 y las de entrepiso tendrán una sección llamada Losa.

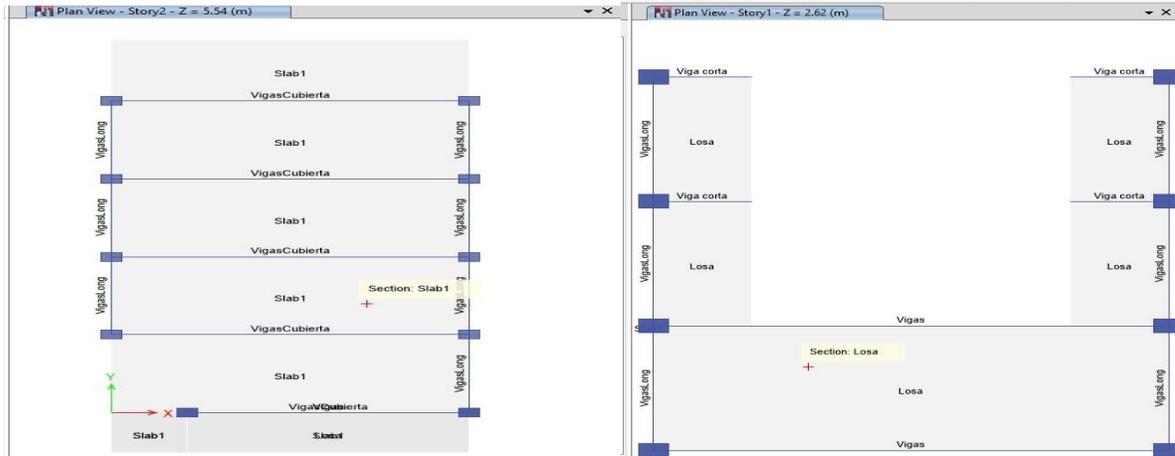


Figura II.19 Plantas y elevación representando detalles de secciones de columna, vigas y losas.

Luego de definidas las secciones se procede a asignar cargas al software. Las cargas a emplear fueran las siguientes:

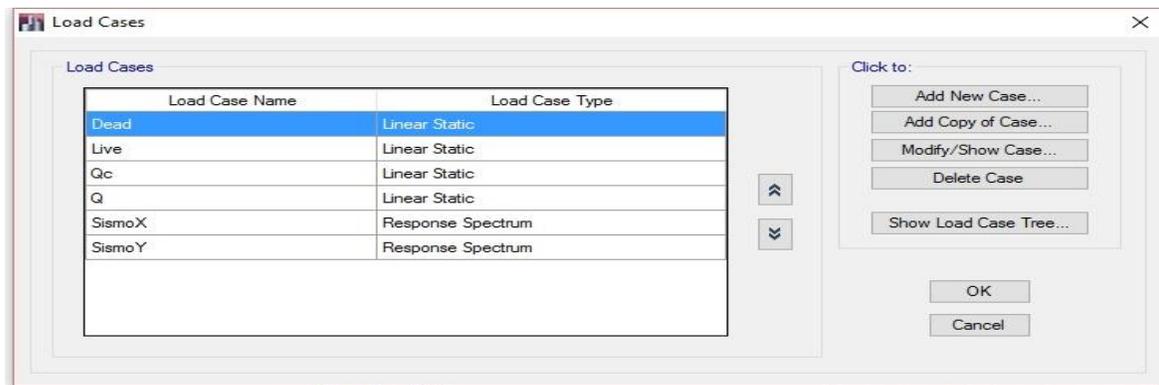


Figura II.20: Casos de cargas.

Definidos los casos de carga se establecen los valores de las cargas. El software calcula las cargas por peso propio teniendo en cuenta las consideraciones en los materiales y las dimensiones, por lo que las cargas a definir son las siguientes.

### Cargas sobre la losa de cubierta y entrepiso

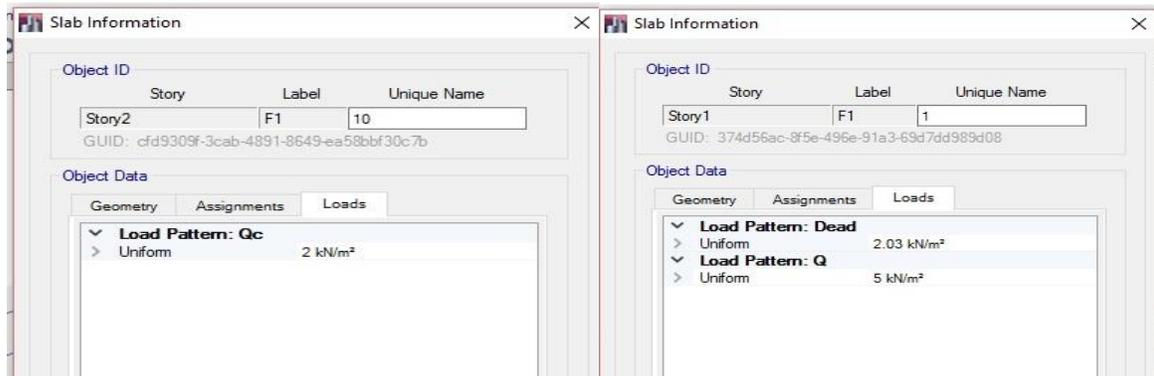


Figura II.21: Cargas que actúan sobre la losa de cubierta y entrepiso respectivamente.

Las cargas que actúan en las vigas y columnas son determinadas por el propio software y el espectro de diseño de respuesta sísmica ya fue presentado en el subepígrafe [II.2.3](#). Cuando se tiene ya las cargas que actúan sobre la estructura se definen las combinaciones de cargas según las que plantea la NC 450-2006. Quedando las distintas combinaciones de las siguientes maneras.

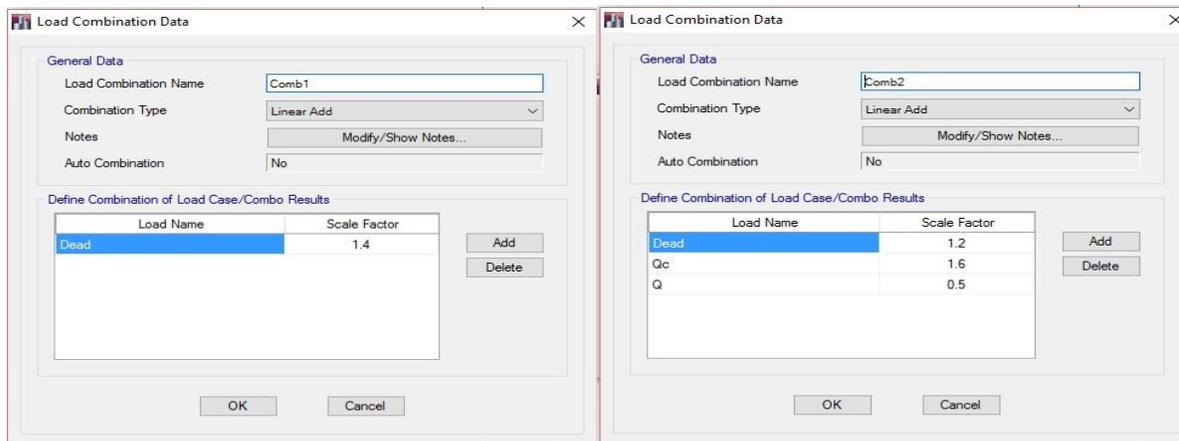


Figura II.23: Primera y segunda combinaciones de cargas respectivamente.

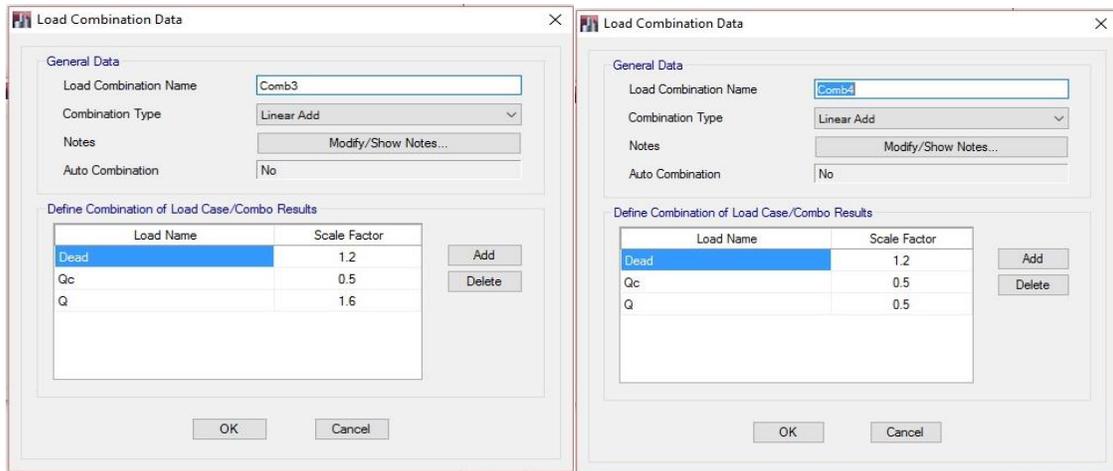


Figura II.24: Tercera y cuarta combinaciones de cargas respectivamente.

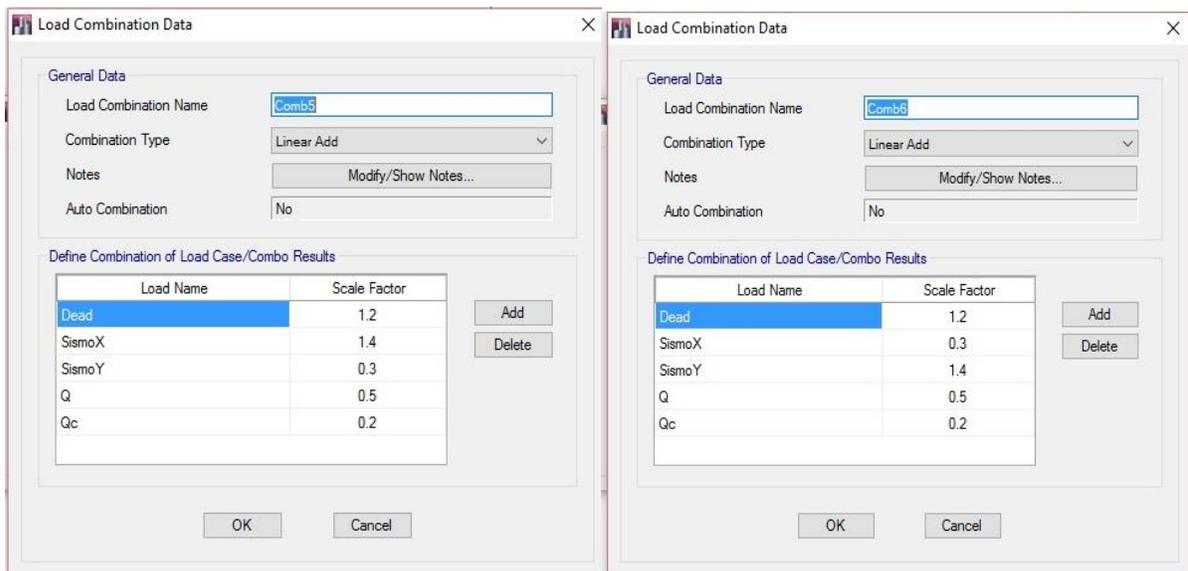


Figura II.25: Quinta y sexta combinaciones de cargas respectivamente.

Luego de que se definan las combinaciones de cargas pasa a estar completo el modelo numérico y a través de dicho modelo se pueden obtener los estados críticos para el diseño como se verá en el epígrafe II.3.

### II.3- Obtención de los estados críticos para el diseño.

El software ETABS 2013 es una herramienta poderosa para el diseño de estructuras y para la obtención de estados críticos ya que una vez insertados todos los parámetros necesarios el calcula las diferentes solicitaciones dejando ver la crítica o permitiendo

seleccionar la que sea necesaria para el cálculo. Ahora se mostrará las solicitaciones obtenidas según los estados críticos.

- Solicitaciones por fuerza axial.

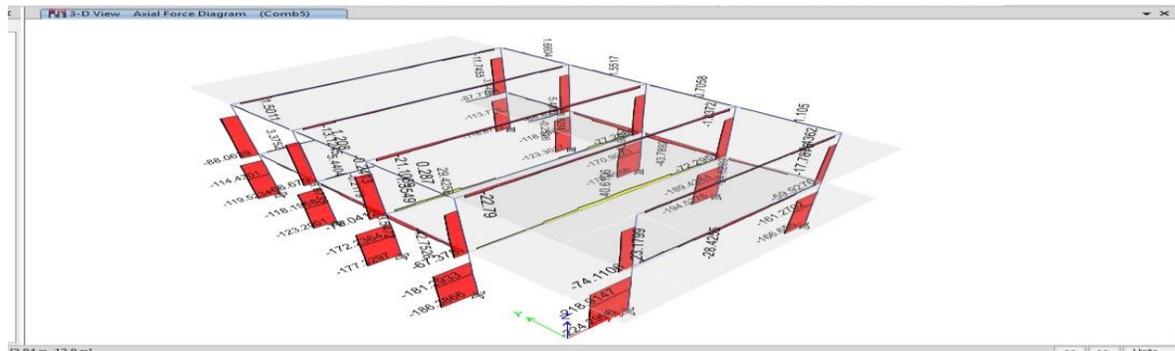
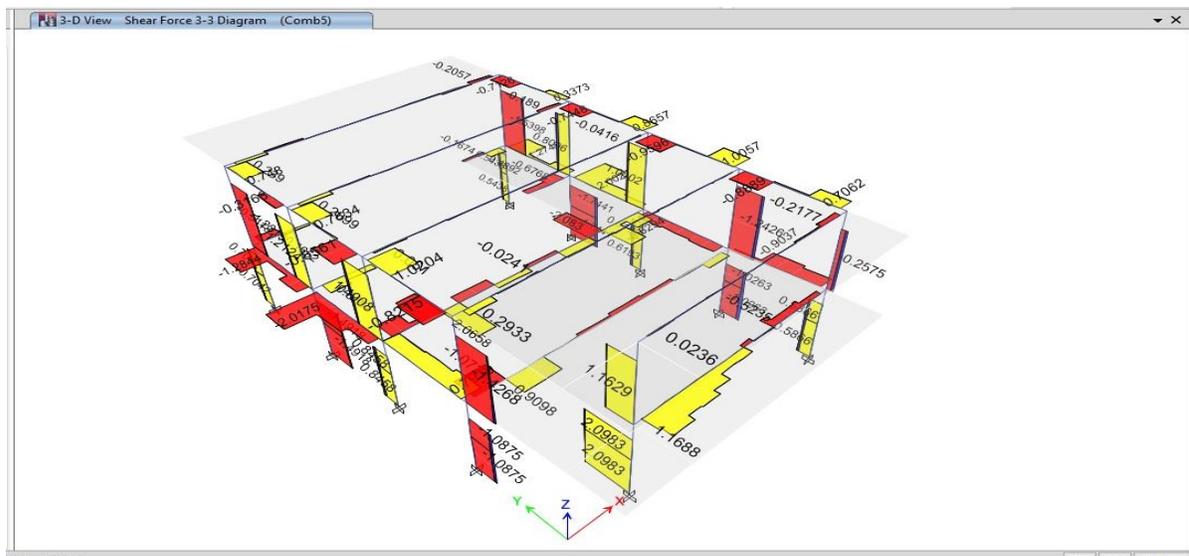


Figura II.26: Representación gráfica de la fuerza axial.

- Solicitaciones por cortante.

Dadas las condiciones se le solicita al software el gráfico que representa el cortante.



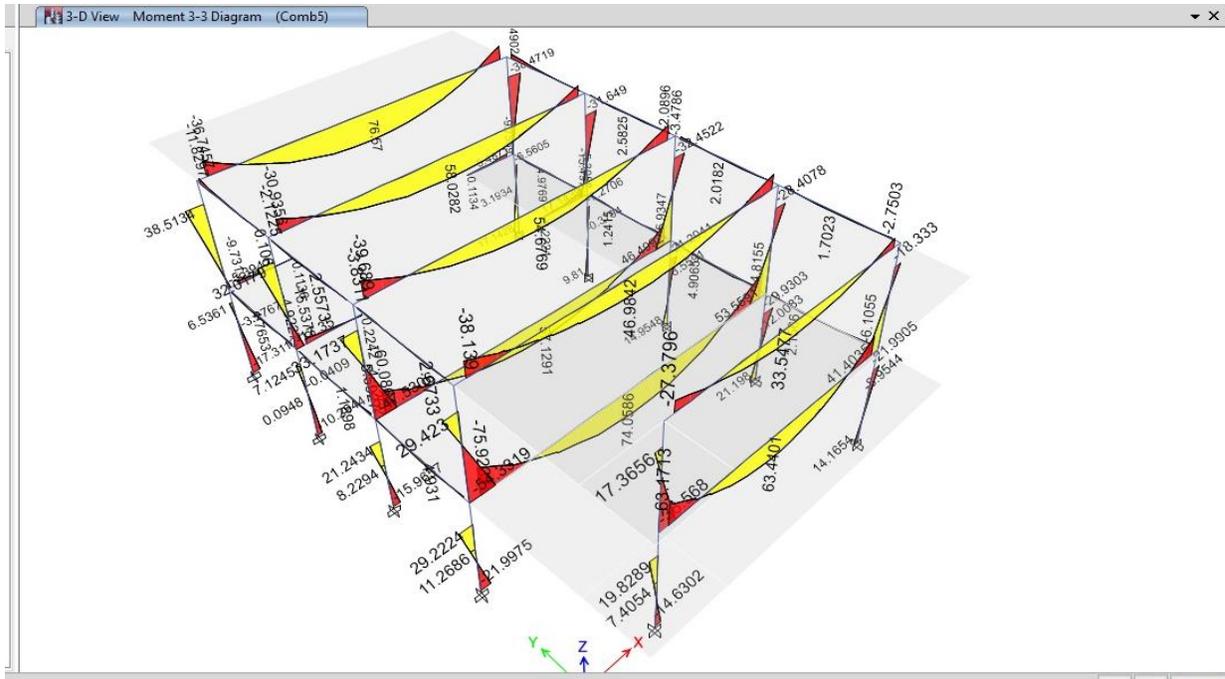


Figura II.28: Representación gráfica del momento.

Una vez representadas las solicitaciones a través de los estados críticos se procede a las consideraciones para el diseño dadas por el software, es decir, el diseño de los elementos de la estructura.

#### II.4- Diseño de los elementos de la estructura.

En el diseño estructural el software calcula todos los parámetros necesarios por la Norma ACI 318-08. Cuando se ejecuta el diseño en el software el programa da las diferentes consideraciones según las cargas. Se desglosará las consideraciones generales y el diseño de cada elemento en cada uno de los subepígrafos siguientes.

##### II.4.1- Diseño de las losas de cubierta y entrepiso.

Para el diseño de las losas de cubierta y entrepiso referirse a los subepígrafos [II.2.1](#) y [II.2.2](#) ya que para la construcción del modelo numérico era necesario el diseño de estos elementos.

##### II.4.2- Diseño de las vigas de cubierta V-1 y V-2.

Para las vigas se creó una sección llamada VigasCubierta la cual tiene la siguiente forma.

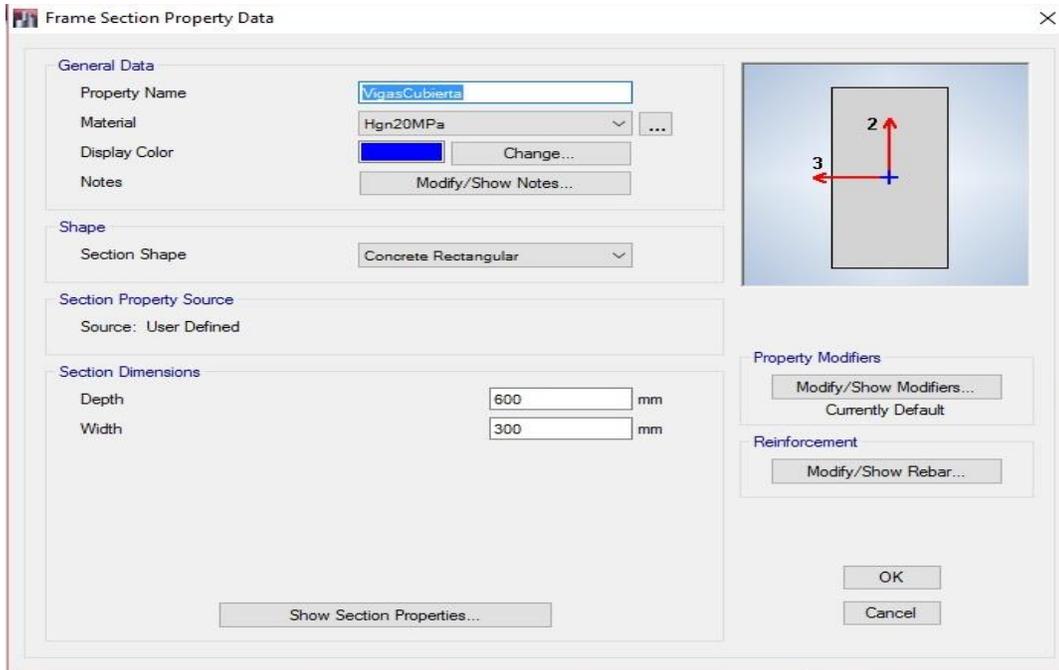


Figura II.29: Sección de la viga de cubierta. Detalles de ancho (b) y profundidad (h).

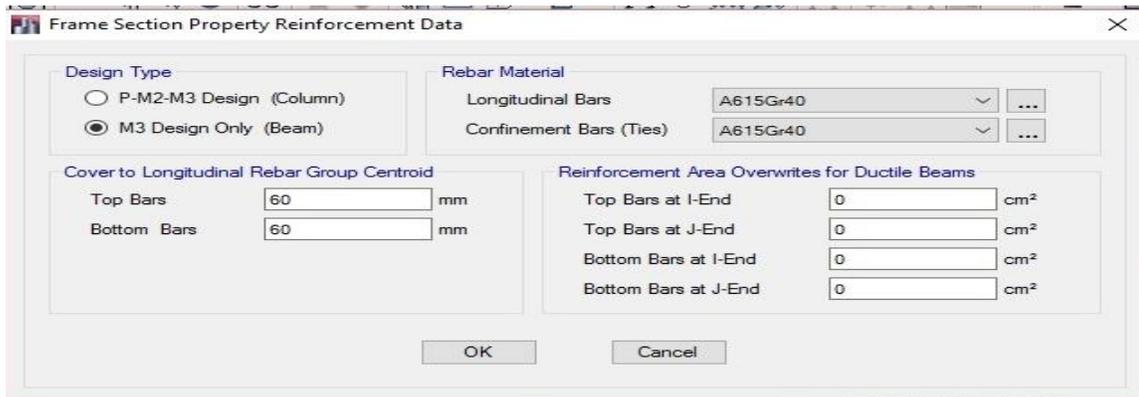


Figura II.30: Detalle del recubrimiento de la viga de cubierta.

Como se representa en la figura la viga será de hormigón armado con una resistencia a compresión de 20 MPa y  $h=0,6\text{m}$  y  $b=0,3\text{m}$ . El recubrimiento será de 6 cm.

Al ejecutar el análisis del software se obtiene una serie de áreas de acero en la parte inferior y superior de las vigas por lo que cuando se comparan las áreas de acero. Las cuatro vigas primeras están en un mismo rango y se realizará el diseño con el más desfavorable y la quinta vigas presenta un área mayor por lo que se realizará su propio diseño.

- Refuerzo de la viga V-1

Para el diseño de las cuatro vigas de cubierta iguales V-1 como se identifica en el plano A-1 del anexo A. Se tiene que:

- Refuerzo longitudinal.

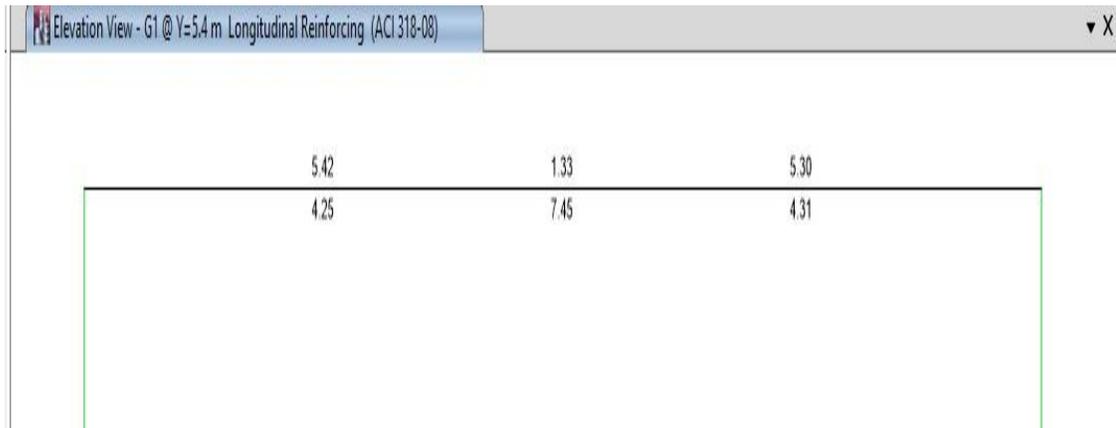


Figura II.31: Área de acero en la viga de cubierta V-1.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenido para el refuerzo superior se necesitan 3 barras de  $\varnothing 5/8"$  y para el refuerzo inferior se necesitan 4 barras de  $\varnothing 5/8"$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.

Para el refuerzo por cortante también se toma el caso más desfavorable y se diseña el de las otras vigas por él.

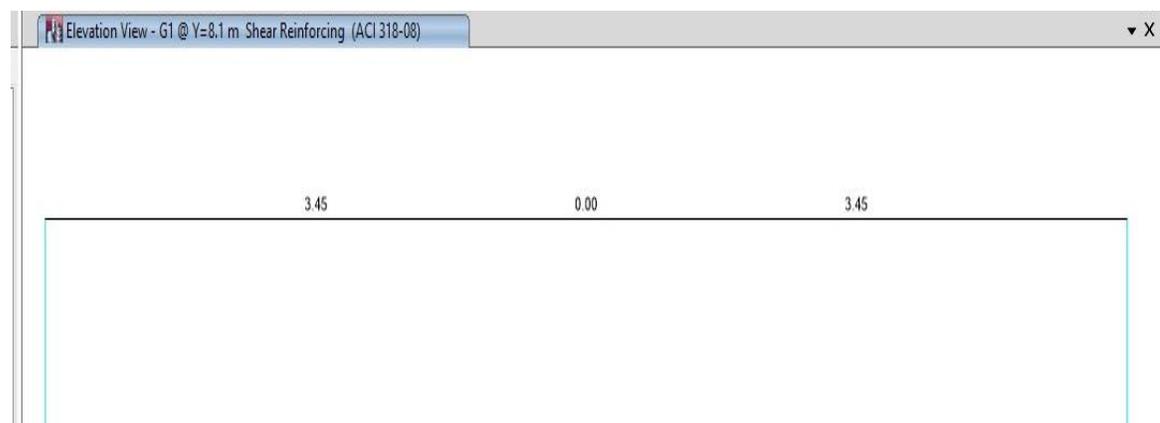


Figura II.32: Área de acero por cortante en la viga V-1.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8''$  espaciados a 200mm. Los detalles del refuerzo se especifican en el plano A-2 del anexo A.

- Chequeo por fisuración.

Para el chequeo por fisuración se seguirá el procedimiento dado en el subepígrafe [II.2.1](#) y las fórmulas dados obteniéndose:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,20 * 180 * (77,45 * 150)^{\frac{1}{3}} = 0,054$$

Dando menor que la abertura máxima de fisura  $a_f=0,30\text{mm}$  cumpliendo así con los requisitos por fisuración. Quedando plasmado en los planos que se encuentran en el anexo A las características de la viga.

- Refuerzo de la viga V-2

La viga V-2 se ve representada en el plano A-1 del anexo A.

- Refuerzo longitudinal.

Para el refuerzo longitudinal se tiene que:

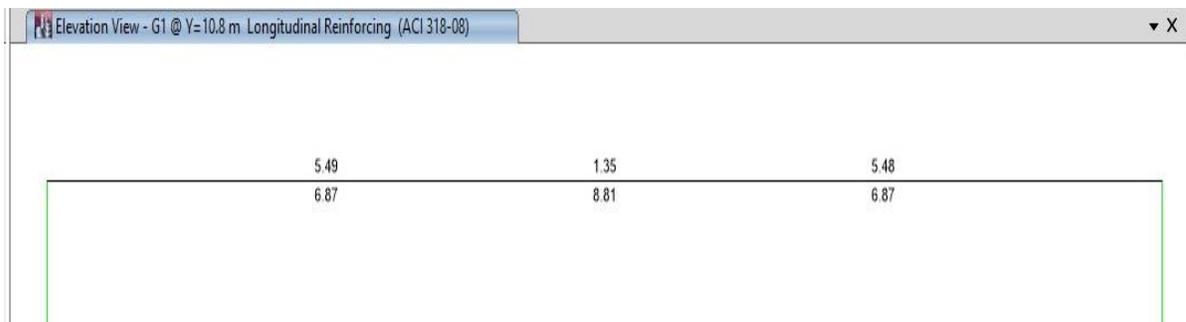


Figura II.33: Área de acero de la viga de cubierta V-2.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenido para el refuerzo superior se necesitan 3 barras de  $\varnothing 5/8''$  y para el refuerzo inferior se necesitan 5 barras de  $\varnothing 5/8''$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.

Se tiene que:

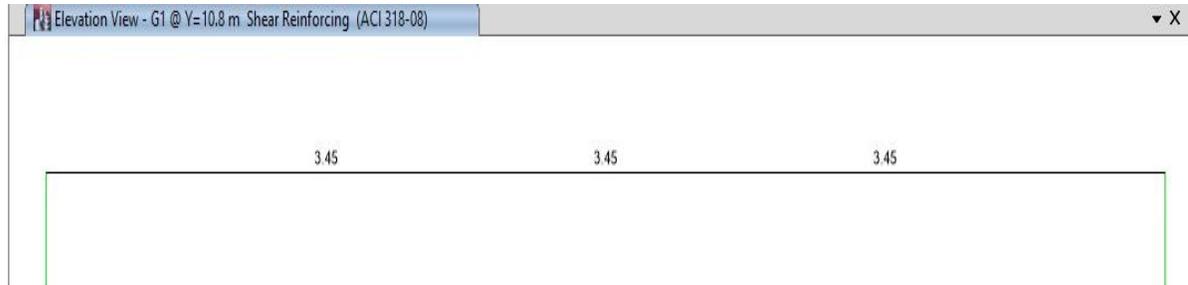


Figura II.34: Área de acero por cortante de la viga V-2.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8''$  espaciados a 200mm. Los detalles del refuerzo se especifican en el plano A-2 del anexo A.

- Chequeo por fisuración.

Para el chequeo por fisuración se seguirá el procedimiento dado en el subepígrafe [II.2.1](#) y las fórmulas dados obteniéndose:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,20 * 201 * (77,45 * 120)^{\frac{1}{3}} = 0,055mm$$

Dando menor que la abertura máxima de fisura que es  $a_f=0,30mm$  cumpliendo así con los requisitos por fisuración. Quedando plasmado en los planos que se encuentran en el anexo A las características de la viga.

#### **II.4.3- Diseño de las vigas de entepiso V-3, V-4, V-5 y V-6.**

Para las vigas se creó una sección llamada Vigas para V-3, V-4 y V-5; y para las vigas V-6 se creó una sección llamada Vigas corta la cual tiene las cuales tienen la siguiente forma.

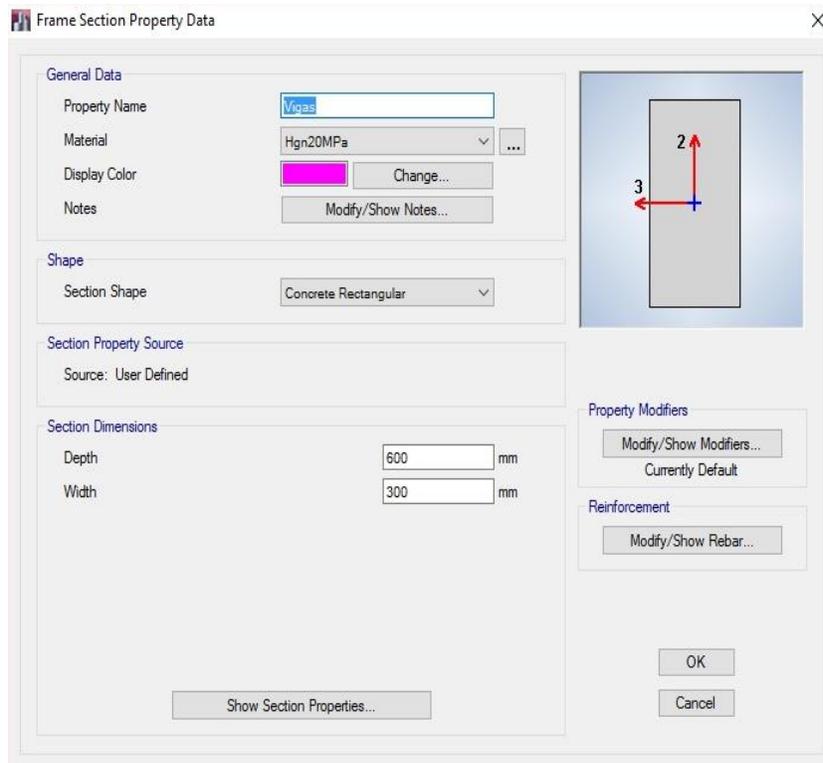


Figura II.35: Sección de la viga de entrepiso V-3, V-4 y V-5. Detalles de ancho (b) y profundidad (h).



Figura II.36: Detalle del recubrimiento de la viga de entrepiso V-3, V-4 y V-5.

Como se representa en la figura la viga será de hormigón armado con una resistencia a compresión de 20 MPa y  $h=0,6\text{m}$  y  $b=0,3\text{m}$ . El recubrimiento será de 6 cm. Para las vigas de entrepiso V-3, V-4 y V-5.

Para las vigas V-6 o vigas cortas es decir las vigas de la luz de 1,5 m tendrán la sección siguiente.

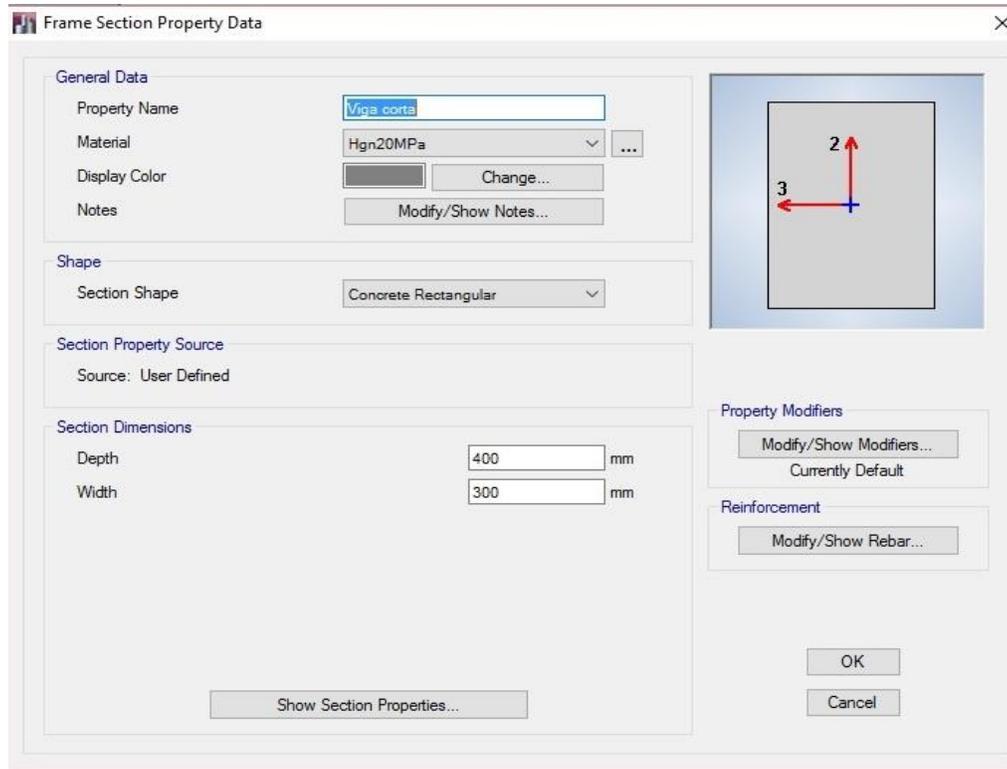


Figura II.37: Sección de la viga de entrepiso V-6. Detalles de ancho (b) y profundidad (h)

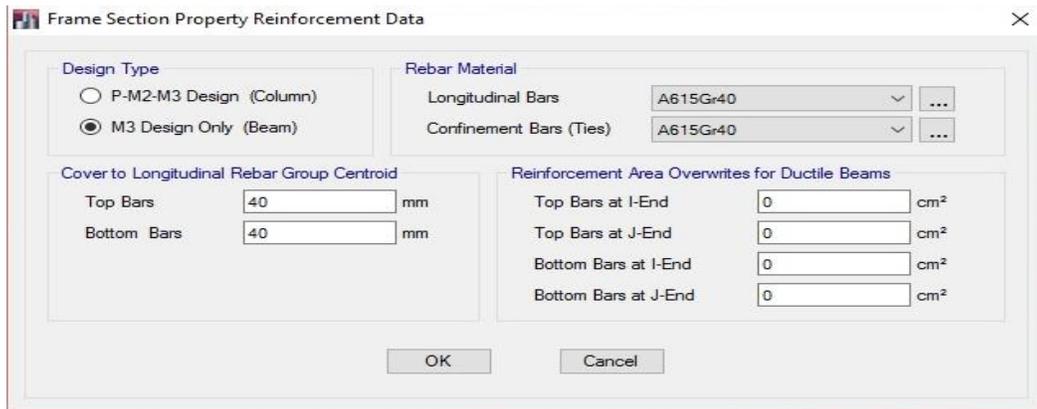


Figura II.38: Detalle del recubrimiento de la viga de entrepiso V-6.

Como se representa en la figura la viga será de hormigón armado con una resistencia a compresión de 20 MPa y  $h=0,4\text{m}$  y  $b=0,3\text{m}$ . El recubrimiento será de 4 cm. Para las vigas de entrepiso V-6.

- Refuerzo de las vigas V-3 y V-5

Se dividieron las vigas que tenían igual sección en dos grupos en uno V-3 y V-5 y en el otro V-4. Para el análisis de las vigas V-3 y V-5 se ejecuta el programa y dando las características siguientes:

- Refuerzo longitudinal.

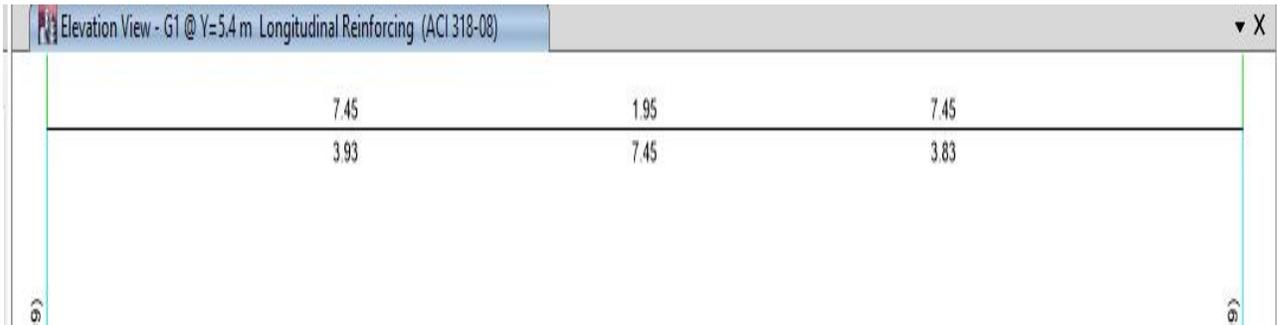


Figura II.39: Área de acero de las vigas de entresuelo V-3 y V-5.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenido para el refuerzo superior se necesitan 4 barras de  $\varnothing 5/8''$  y para el refuerzo inferior se necesitan 4 barras de  $\varnothing 5/8''$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.

Se tiene que:

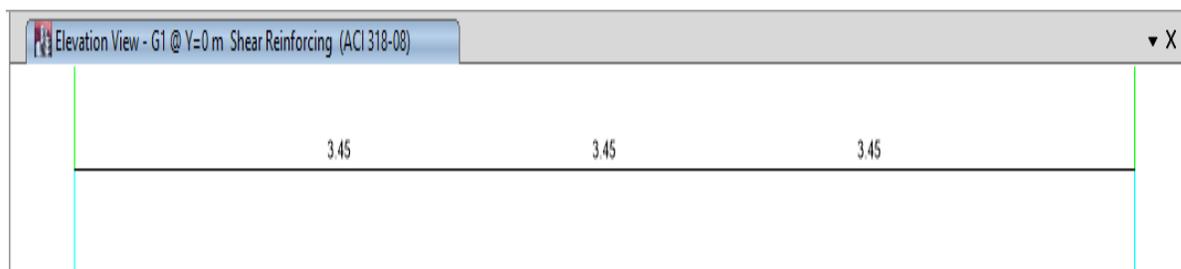


Figura II.40: Área de acero por cortante de las vigas V-3 y V-5.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8''$  espaciados a 200mm. Los detalles del refuerzo se especifican en los planos A-2 y A-3 del anexo A respectivamente.

- Chequeo por fisuración.

Para el chequeo por fisuración se seguirá el procedimiento dado en el subepígrafe [II.2.1](#) y las fórmulas dados obteniéndose:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,20 * 180 * (77,45 * 150)^{\frac{1}{3}} = 0,054mm$$

Dando menor que la abertura máxima de fisura que es  $a_f=0,30mm$  cumpliendo así con los requisitos por fisuración. Quedando plasmado en los planos que se encuentran en el anexo A las características de la viga.

- Refuerzo de las vigas V-4.
- Refuerzo longitudinal

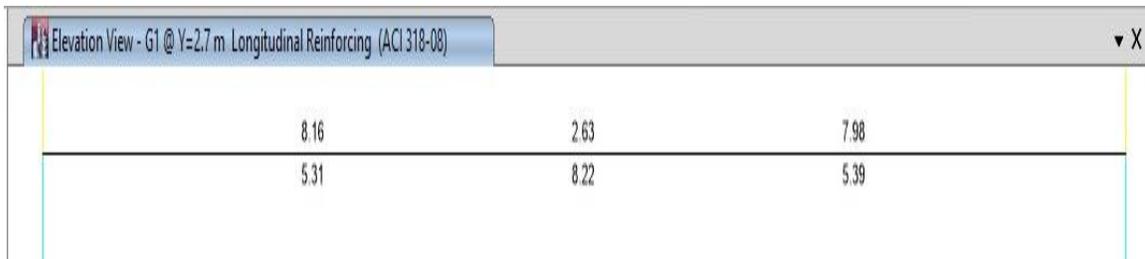


Figura II.41: Área de acero de la viga de entrepiso V-4.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenido para el refuerzo superior se necesitan 5 barras de  $\varnothing 5/8"$  y para el refuerzo inferior se necesitan 5 barras de  $\varnothing 5/8"$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.

Se tiene que:

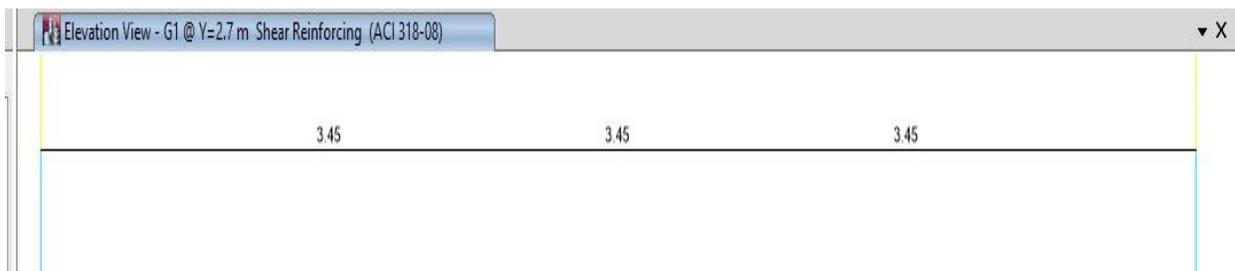


Figura II.42: Área de acero por cortante de la viga V-4.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8''$  espaciados a 200mm. Los detalles del refuerzo se especifican en el plano A-2 del anexo A.

- Chequeo por fisuración.

Para el chequeo por fisuración se seguirá el procedimiento dado en el subepígrafe [II.2.1](#) y las fórmulas dados obteniéndose:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,20 * 208 * (77,45 * 120)^{\frac{1}{3}} = 0,058mm$$

Dando menor que la abertura máxima de fisura que es  $a_f=0,30mm$  cumpliendo así con los requisitos por fisuración. Quedando plasmado en los planos que se encuentran en el anexo A las características de la viga.

- Refuerzo de las vigas V-6.
- Refuerzo longitudinal.

A través del software se obtiene:

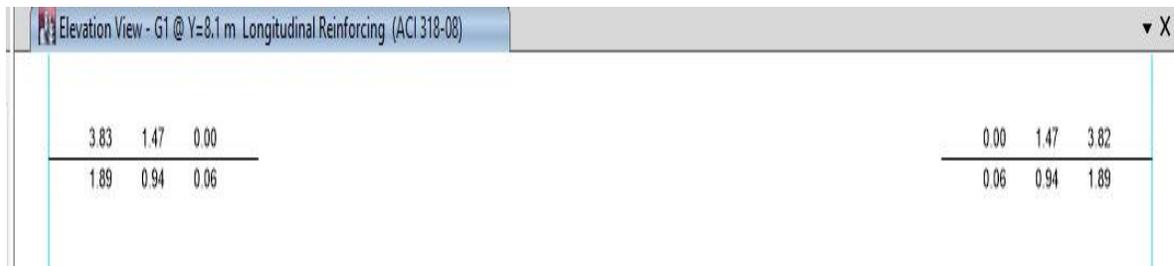


Figura II.43: Área de acero de las vigas de entrepiso V-6.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenido para el refuerzo superior se necesitan 3 barras de  $\varnothing 1/2''$  y para el refuerzo inferior se necesitan 2 barras de  $\varnothing 1/2''$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.



Figura II.44: Área de acero por cortante de la viga V-6.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8''$  espaciados a 100mm. Los detalles del refuerzo se especifican en el plano A-3 del anexo A.

- Chequeo por fisuración.

Para el chequeo por fisuración se seguirá el procedimiento dado en el subepígrafe [II.2.1](#) y las fórmulas dados obteniéndose:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,20 * 180 * (55.85 * 200)^{\frac{1}{3}} = 0,053mm$$

Dando menor que la abertura máxima de fisura que es  $a_f=0,30mm$  cumpliendo así con los requisitos por fisuración. Quedando plasmado en los planos que se encuentran en el anexo A las características de la viga.

#### **II.4.3- Diseño de las vigas longitudinales V-7.**

La función principal de las vigas longitudinales es la compensación en cuanto a la carga de sismo, es decir la trasmisión de esfuerzos de columna a columna en sentido longitudinal.

Para su cálculo se le asigno la sección con el nombre VigasLong presentando las características siguientes:

Figura II.45: Sección de la viga longitudinal V-7. Detalles de ancho (b) y profundidad (h).

Figura II.46: Detalle del recubrimiento de la viga longitudinal V-7.

Como se representa en la figura la viga será de hormigón armado con una resistencia a compresión de 20 MPa y  $h=0,4\text{m}$  y  $b=0,3\text{m}$ . El recubrimiento será de 4 cm. Para las vigas de entrepiso V-7.

A continuación, se procederá a calcular los distintos refuerzos.

- Refuerzo longitudinal.

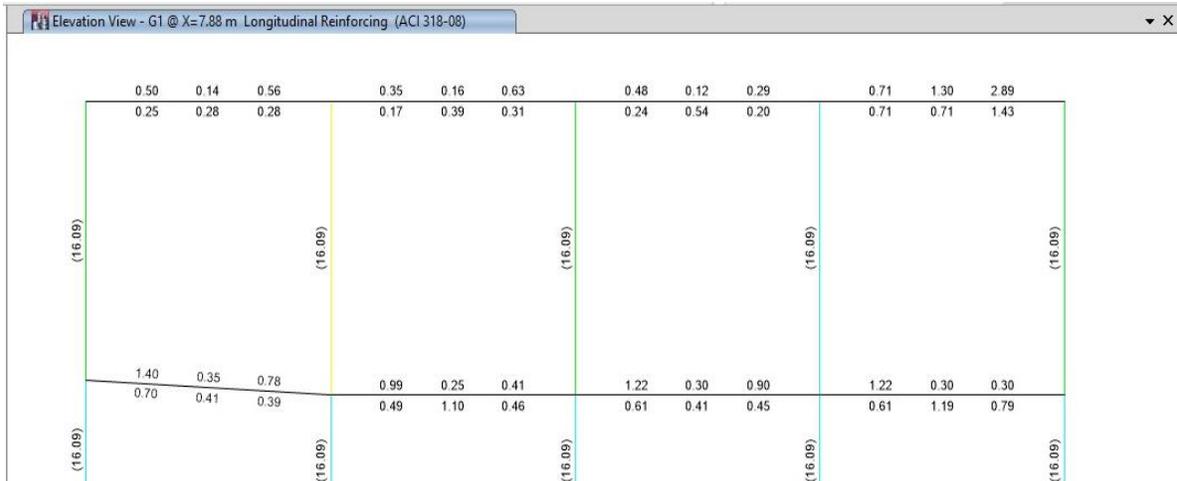


Figura II.47: Área de acero de la viga longitudinal V-7.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenida se pondrá acero por cuantía quedando para el refuerzo superior que se necesitan 2 barras de  $\varnothing 1/2''$  y para el refuerzo inferior se necesitan 2 barras de  $\varnothing 1/2''$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.

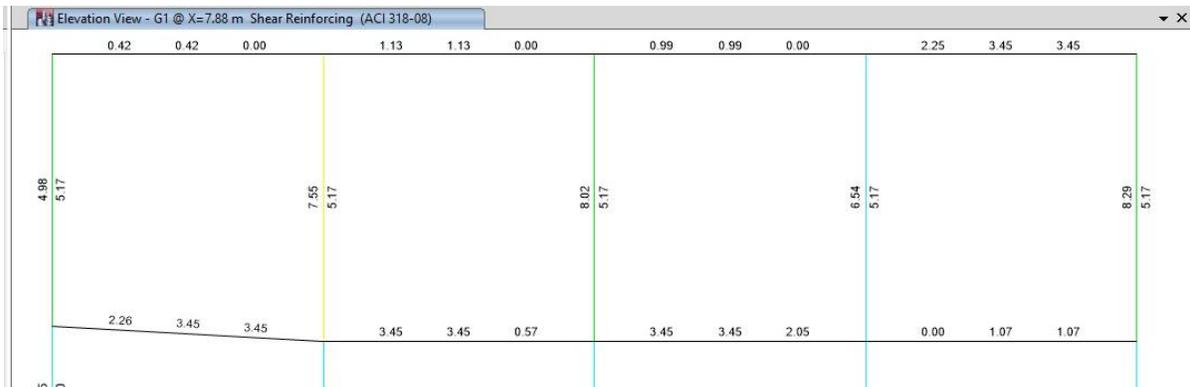


Figura II.48: Área de acero por cortante de la viga V-6.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8''$  espaciados a 200mm. Los detalles del refuerzo se especifican en el plano A-3 del anexo A.

- Chequeo por fisuración.

Para el chequeo por fisuración se seguirá el procedimiento dado en el subepígrafe [II.2.1](#) y las fórmulas dados obteniéndose:

$$a_f = 1,1 * 10^{-5} * 1,20 * 180 * (55.85 * 300)^{\frac{1}{3}} = 0,051mm$$

Dando menor que la abertura máxima de fisura que es  $a_f=0,30mm$  cumpliendo así con los requisitos por fisuración. Quedando plasmado en los planos que se encuentran en el anexo A las características de la viga.

Ya una vez determinado el diseño de las vigas se procede a diseñar las columnas diseño que se verá en el siguiente subepígrafe. Los detalles de armado de las vigas se recogerán en los planos que se encuentran en el anexo A.

#### II.4.5- Diseño de las columnas K-1.

Para el diseño de las columnas se tienen en cuenta los resultados que se obtienen en el software ETABS 2013. Para ello se prefijó una sección llamada Cols2doNivel que tiene las siguientes características:

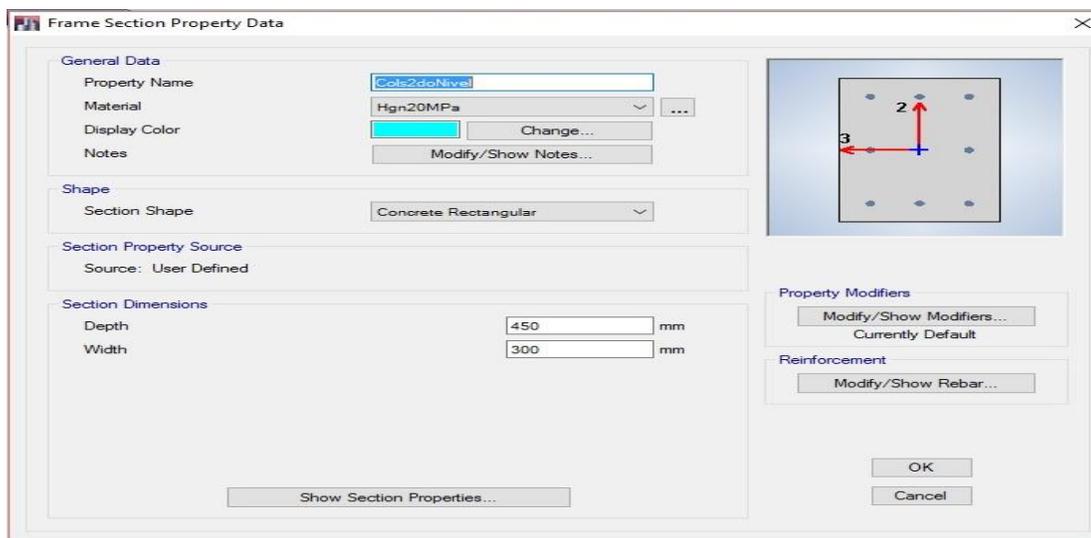


Figura II.49: Sección de la columna K-1. Detalles de ancho (b), profundidad (h) y posición del acero.

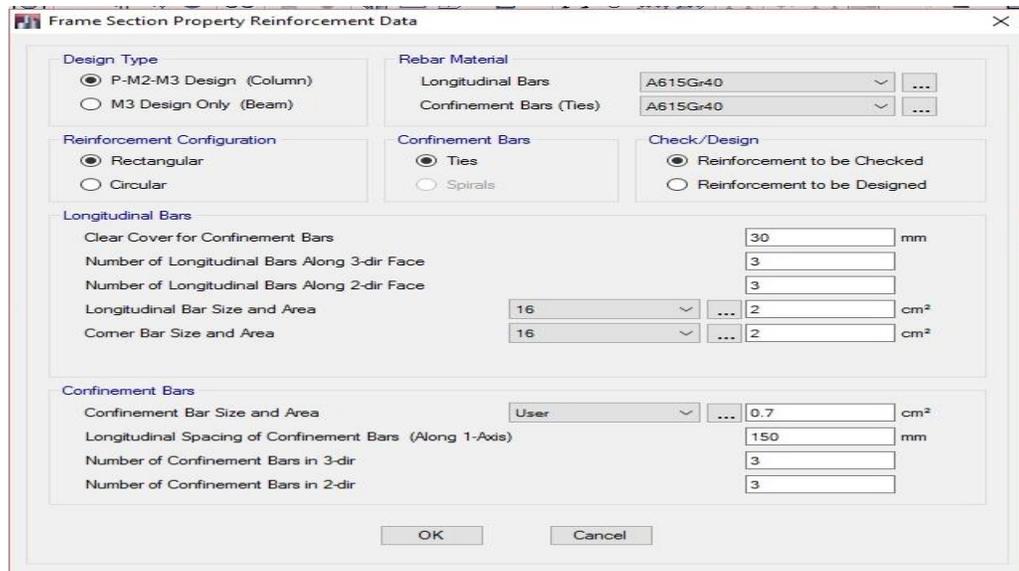


Figura II.50: Detalles del recubrimiento de la columna K-1.

Como se representa en la figura la columna será de hormigón armado con una resistencia a compresión de 20 MPa y  $h=0,45\text{m}$  y  $b=0,3\text{m}$ . El recubrimiento será de 3cm. Para la columna K-1. Asignados estos datos se procede a diseñar para lo cual se tiene que:

- Refuerzo longitudinal.

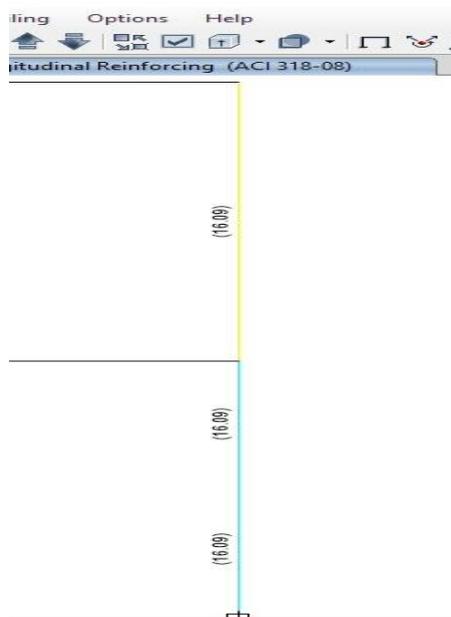


Figura II.51: Área de acero de la columna K-1.

Cando se obtienen estos resultados se procede a determinar el tipo de refuerzo. Según el área de acero obtenido para el refuerzo se necesitan 8 barras de  $\varnothing 5/8"$ . Los detalles de la sección se especifican el plano A-4 del anexo A.

- Refuerzo por cortante.

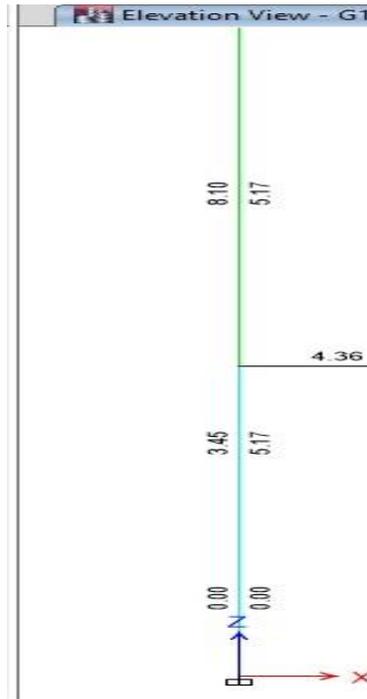


Figura II.52: Área de acero por cortante en la columna K-1.

Obteniéndose que para el refuerzo por cortante se requieren cercos de  $\varnothing 3/8"$  espaciados a 120mm. Los detalles del refuerzo se especifican en el plano A-2 del anexo A.

#### **II.4.6- Diseño de la escalera.**

Para la escalera se usará la propuesta presentada en el proyecto anterior que se mostrará en el anexo A.

Obtenidos todos los resultados del diseño de losas, vigas y columnas en el anexo A se expondrán los planos y la memoria descriptiva cumpliendo con las especificaciones dadas.

## II.5- Disposiciones constructivas para el diseño estructural.

Cuando se realice el proyecto de construcción se tendrá en cuenta que:

- La resistencia del hormigón será  $f_c' = 20 \text{ Mpa}$ .
- Se debe cumplir con los recubrimientos específicos para cada sección.
- Se trabajará con acero G-40, con las barras de 5/8" y 1/2" y acero G-34 para las barras de 3/8".
- El agua a usar no debe estar contaminada por minerales o agentes bióticos.
- Los materiales de la construcción deben almacenarse en lugares seguros.
- La arena a usar será la extraída en la cantera de Jibara pasada por el tamiz 200.
- La grava se traerá de la misma cantera con diámetro medio de 3/4".
- El cemento será cemento Portland p-350.
- La relación agua cemento será 0,44.
- El curado será de 7 días.
- Se evitará la soldadura a no ser que sea necesario.
- El encofrado se hará de madera y para las losas se utilizarán tableros de 1/2".
- Las vigas se hormigonarán corridas.
- La losa se hormigonará por paños alternos.
- Se deberá llevar un adecuado control de calidad.

### Conclusiones al capítulo

Una vez desarrollado el capítulo permite arribar a las conclusiones siguientes:

- El uso de las normas de la construcción y de los programas especializados para el diseño de estructuras permitió darles solución a los problemas planteados en este capítulo.
- El proyecto de diseño se realizó considerando las normas de prestigio internacional y nacional como la Norma ACI 318-08.
- El diseño elaborado posibilita brindarle solución al problema de remodelación arquitectónica de la Iglesia Bautista "Cristo Vive" de Urbanos Noris de una manera económica y segura.

## CONCLUSIONES GENERALES

- El reconocimiento del crecimiento de la iglesia y de la necesidad de brindar confort en el culto cristiano a las personas que asisten a él permitieron identificar la necesidad de ganar en espacio en la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris constituyendo la problemática a solucionar a través de los diferentes métodos de diseño.
- Los fundamentos teóricos y metodológicos posibilitaron seguir de manera segura y objetiva el análisis de la estructura y de las condiciones que presentaba para una modificación arquitectónica.
- El análisis de la información a través de los procedimientos de cálculo dados en las diferentes normas de la construcción tanto nacionales como internacionales y la utilización de programas especializados permitieron desarrollar el diseño de la modificación arquitectónica.
- La modificación arquitectónica de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris desarrollada en este trabajo permite dar solución a los problemas planteados de manera económica y segura. Logrando así la adecuada comodidad de las personas que visiten la iglesia.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar a profundidad un estudio de la historia de la iglesia, así como de las metodologías empleadas para su diseño y construcción.
2. A la hora de realizar la construcción de la iglesia debe contratarse una brigada con experiencia y un técnico e ingeniero con experiencias.
3. Realizar un estudio con especialistas sobre la acústica y la iluminación del local para satisfacer todas las necesidades básicas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ICOMOS, Colectivo de autores.** *"Recomendaciones para el análisis, conservación y restauración estructural del patrimonio arquitectónico"*. Cataluña, España : s.n., 16 de Diciembre de 2013.
2. **Organización y Control de Obras II.** El Rincon del Vago. [En línea] Mayo de 2014. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <http://html.rincondelvago.com/organizacion-y-control-de-obras.html/>.
3. **American Concrete Institute.** *Norma ACI 318-08 Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural*. Detroit, Michigan, Estados Unidos : s.n., Enero de 2008.
4. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 38 Cálculo de Estructuras de Hormigón.** *NC 46:2014 Construcciones Sismoresistentes - Requisitos Básicos para el Diseño y Construcción*. La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2014.
5. —. *NC 285:2003 Carga de Viento. Metodo de Cálculo*. La Habana, Cuba : s.n., Octubre de 2003.
6. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 25 de Acero para Refuerzo de Hormigón.** *NC 7:2002 Barras de Acero para Refuerzo de Hormigón. Especificaciones*. La Habana, Cuba : s.n., Marzo de 2002.
7. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 38 Cálculo de Estructuras de Hormigón.** *NC 283:2003 Densidad de Materiales Naturales, Artificiales y de Elementos de Construcción como Carga de Diseño*. La Habana, Cuba : s.n., Septiembre de 2003.
8. —. *NC 284:2003 Edificaciones. Cargas de Uso*. La Habana, Cuba : s.n., Septiembre de 2003.
9. **Hernández Caneiro, Julio A. y Hernández Santana, Juan J.** *Hormigón Estructural. Diseño por Estados Límites. Parte II*. La Habana, Cuba : s.n., 2011.
10. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 38 Cálculo de Estructuras de Hormigón.** *NC 207:2013 Requisitos Generales para el Diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón*. La Habana, Cuba : s.n., Enero de 2013.
11. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 24 de Construcción de Edificaciones y la Comisión de Calidad y Normas del Frente de Proyectos.** *NC 674-2:2009 Edificacines - Requisitos de Alcance y Contenido de los Servicios Técnicos. Parte 2: Programa o Tarea de Proyección*. La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2009.
12. —. *NC 674-3:2009 Edidficaciones - Requisitos de Alcance y Contenido de los Servicios Técnicos. Parte 3: Ideas conceptuales*. La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2009.

13. —. *NC 674-4:2009 Edidficaciones - Requisitos de Alcance y Contenido de los Servicios Técnicos. Parte 4: Anteproyecto.* La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2009.
14. —. *NC 674-5:2009 Edidficaciones - Requisitos de Alcance y Contenido de los Servicios Técnicos. Parte 5: Proyecto Ejecutivo.* La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2009.
15. —. *NC 674-9:2009 Edidficaciones - Requisitos de Alcance y Contenido de los Servicios Técnicos. Parte 9: Planos según construidos.* La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2009.
16. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 38 Cálculo de Estructuras de Hormigón.** *NC 207:2003 Requisitos Generales para el Diseño y Construcción de Estructuras de Hormigón.* La Habana, Cuba : s.n., Septiembre de 2003.
17. —. *NC 450:2006 Edificaciones - Factores de Carga o Ponderación - Combinaciones.* La Habana, Cuba : s.n., Octubre de 2006.
18. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 37 de Hormigón reforzado y morteros.** *NC 175:2002 Morteros de Albañilería. Especificaciones.* La Habana, Cuba : s.n., Marzo de 2002.
19. **American Concrete Institute.** *Norma ACI 318-05 Requisitos del Reglamento para Concreto Estructural.* Detroit, Michigan, Estados Unidos : s.n., Enero de 2005.
20. **Comité Técnico de Normalización del Cemento (NC/CTN 22).** *NC 95:2011 Cemento Portland. Especificaciones.* La Habana, Cuba : s.n., Enero de 2011.
21. **Hernández Caneiro, Julio A. y Hernández Santana, Juan J.** *Hormigón Estructural. Diseño por Estados Límites. Parte I.* La Habana, Cuba : s.n., 2010.
22. **Jiménez Montoya, Pedro, García Meseguer, Álvaro y Morán Cabré, Francisco.** *Hormigón Armado.* 14<sup>a</sup>. Barcelona : Gustavo Gili, S.A., 2000.
23. **Nilson, Arthur H. y Darwin, Dolan.** *Diseño de Estructuras de Concreto.* 13<sup>a</sup>. Santafé de Bogotá : McGraw-Hill, Inc., 2004.
24. **Granados Valencia, Jorge.** *Slideshare.* [En línea] 12 de Diciembre de 2015. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <http://es.slideshare.net/jorgegranadosvalencia/proceso-metodolgico-del-diseo-arquitectnico/>.
25. **Pineda Almanza, Alma.** Interior Gráfico. [En línea] 10 de Septiembre de 2014. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <http://www.interiorgrafico.com/edicion/sexta-edicion-noviembre-2008/el-analisis-metodologico-de-los-edificios/>.
26. **American Concrete Institute.** Civil Geeks. [En línea] 30 de Mayo de 2010. [Citado el: 18 de Febrero de 2016.] <http://civilgeeks.com/2010/05/30/aci-318-08-requisitos-de-reglamento-para-concreto-estructural-en-espanol/>.

27. **Manual de ETABS 2013.** Taringa. [En línea] 20 de Junio de 2015. [Citado el: 18 de Febrero de 2016.] <http://www.taringa.net/post/ebooks-tutoriales/17044571/Manual-Etabs-2013-espanol.html>.

28. —. WordPress.com. [En línea] 9 de Enero de 2013. [Citado el: 24 de Febrero de 2016.] <https://administraciondeobras.files.wordpress.com/2013/01/manual-de-etabs-en-espac3b1ol.pdf>.

29. **Comité Técnico de Normalización NC/CTN 24 de Construcción de Edificaciones y la Comisión de Calidad y Normas del Frente de Proyectos. NC 674-1:2009 Edificaciones - Requisitos de Alcance y Contenido de los Servicios Técnicos. Parte 1: Requisitos Básicos.** La Habana, Cuba : s.n., Febrero de 2009.

## **ANEXOS**

### **Anexo A:**

Memoria descriptiva y planos del diseño de la modificación arquitectónica de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

**Fecha:** 13/06/16

**Proyecto.** Modificación arquitectónica de la Iglesia Bautista “Cristo Vive” de Urbanos Noris.

---

### **01. Introducción.**

La Iglesia Bautista San Germán se encuentra localizada en el pueblo del mismo nombre. Es un templo conformado por una instalación de un nivel construida con muros de cargas de ladrillos, colocados a citara y citaron, con techo a dos aguas de tejas francesas.

El local central para reuniones religiosas, ya necesita de ampliación, pues los feligreses han crecido en número y el estado técnico de la instalación no es el mejor, ya ofrece síntomas de deterioro el techo y la estructura, lo cual amerita una reparación capital.

### **02. Objetivo.**

1. Crear las facilidades necesarias donde se puedan reunir y ser atendidos con adecuada seguridad y condiciones un mayor número de personas.

2. Remodelar la estructura del techo que está en franco deterioro, mostrando filtraciones en parte del mismo.

### **03. Alcance.**

- Los trabajos de remodelación incluyen:
  - La construcción de una placa de hormigón debajo del techo actual.
  - La construcción de una nueva platea, en un segundo nivel.

Para la realización de los trabajos se tendrá en cuenta que, la iglesia no debe cambiar su imagen actual externa, ya que forma parte del patrimonio arquitectónico del pueblo. Por lo que como primer paso se trabajará en el interior donde, se fundirán las columnas interiores de hormigón y luego se construirá la platea, la cual tendrá un acceso interior a través de una escalera de dos ramas de hormigón armado con barandas conformadas por bloques.

Terminados estos trabajos se podrá, desmontar la cubierta existente; posteriormente construirá la losa de cubierta que se fundirá in situ de hormigón armado, la cual tendrá pendientes hacia los laterales de un 3 %, para facilitar la evacuación de las aguas pluviales, las que a su vez continuarán su curso a través de los bajantes pluviales existentes, por lo que el sistema se mantiene, y debe impermeabilizarse, con mastique asfáltico en la junta que se forma entre la losa nueva y el muro existente, posteriormente a esto, se debe montar la estructura vieja de madera y las tejas Francesas, por un problema arquitectónico de mantener la imagen actual de la iglesia, el techo de hormigón se impermeabilizará con una capa de enrajonado de 5 cm. Como resultado de estos trabajos el piso actual de losas hidráulicas quedará en condiciones de deterioro, lo cual ameritará su sustitución por uno nuevo que podría ser de cerámica, imitando el diseño y los colores actuales, las terminaciones serán con resano y repello fino.

#### **04. Tecnología constructiva.**

La construcción será de hormigón armado con columnas plato, vigas, losa de entre piso y cubierta de hormigón armado.

#### **5.0 Parte civil.**

Las vigas todas deben ser fundidas de conjunto con las losas primero la L-2 (Platea) y después la L-1 cubierta. También la parte civil da detalles de la escalera y en todos los elementos fundidos se detalla el refuerzo necesario para soportar los mismos y todos fundirlos con hormigón R'bk 20 MPa la proporción para obtener este hormigón es: esto se debe seguir tal como se plantea para lograr el hormigón R'bk 20 MPa.

#### **Planos**

##### **Listado de Planos**

<b>Título</b>	<b>Formato</b>	<b>Plano N°.</b>
Plano de distribución y nombre de vigas, columnas y cimientos	A3	A-1
Detalle del refuerzo por cortante de la columna K-1 y las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4	A3	A-2
Plano de refuerzo por cortante de las vigas V-6 y V7 y cuadro de acero de cortante de la columna K-1 y las vigas desde V-1 hasta V-7	A3	A-3
Secciones de K-1, V-1, V-2, V-3, V-4, V-5, V-6 y V-7 y cuadro de acero longitudinal	A3	A-4
Plano de detalle de la losa de cubierta y cuadro de acero	A3	A-5
Plano de detalles de la losa de entrepiso y cuadro de acero	A3	A-6
Secciones de las losas de cubierta y entrepiso	A3	A-7
A-8 Plano de elevaciones. Vista Frontal y Lateral	A3	A-8
Iglesia Bautista San German. Escalera refuerzo.	A1	C-013

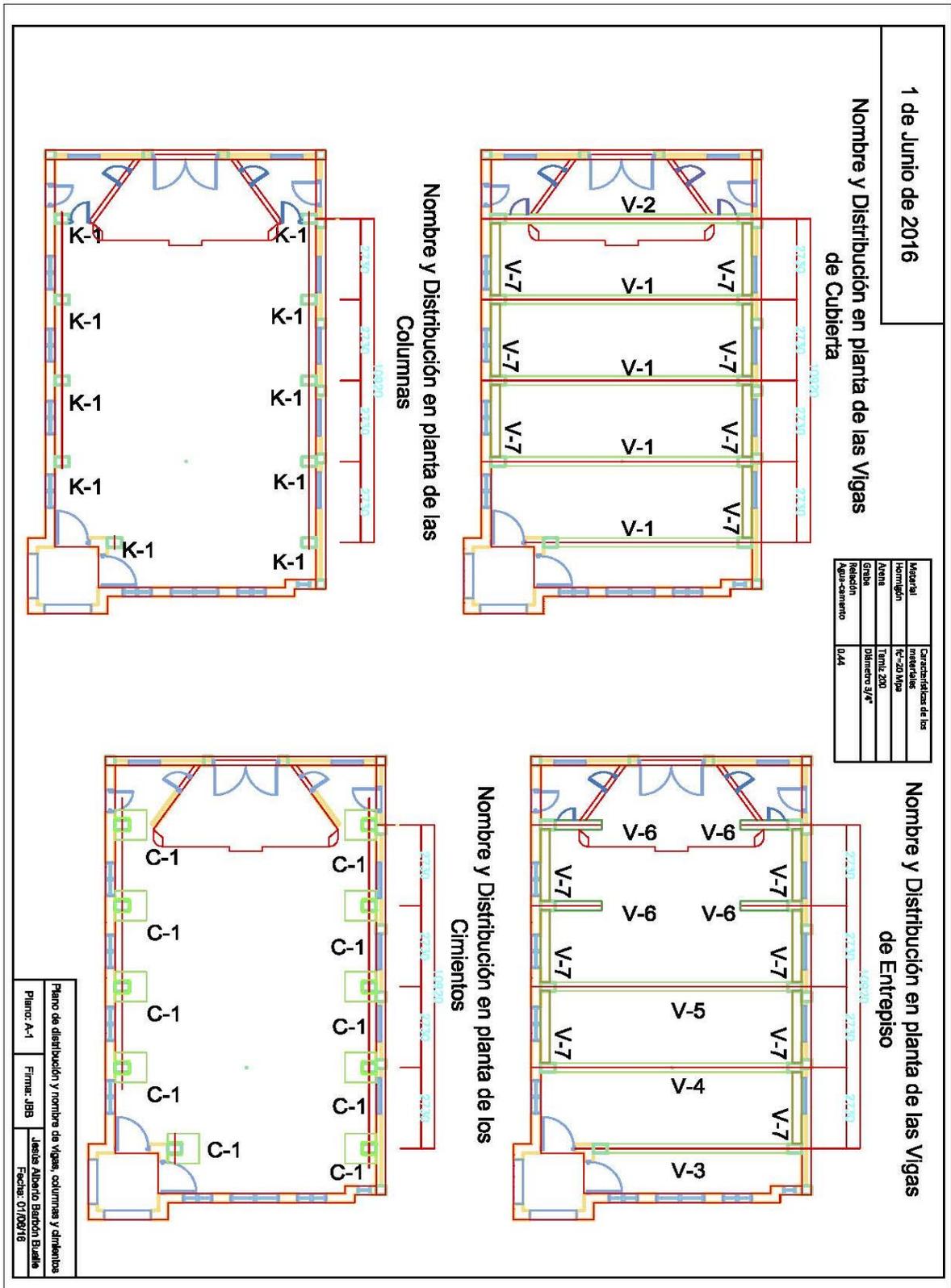
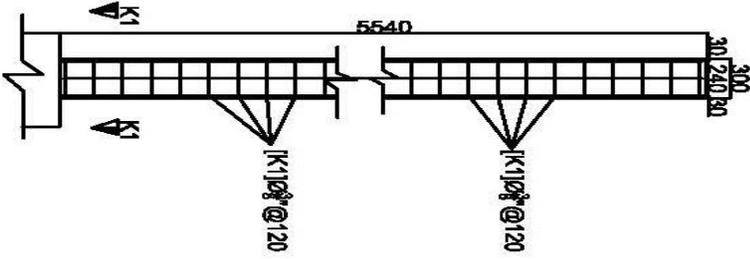


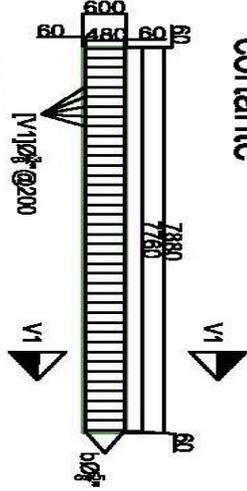
Figura A.1: Plano A-1

1 de Junio de 2016

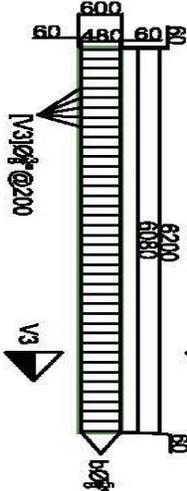
K-1 Detalle del refuerzo por cortante



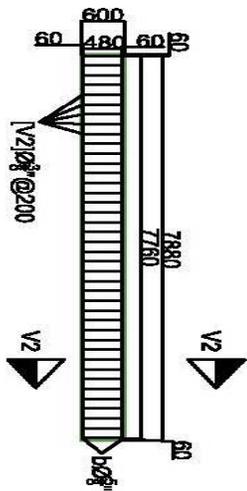
V-1 Detalle del refuerzo por cortante



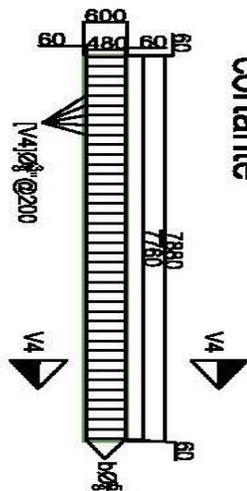
V-3 Detalle del refuerzo por cortante



V-2 Detalle del refuerzo por cortante



V-4 Detalle del refuerzo por cortante



Material	Características de los materiales
Hormigón	$f_c = 20 \text{ Mpa}$
Arena	Tamiz 200
Graba	Dímetro 3/4"
Relación Agua-cemento	0.44

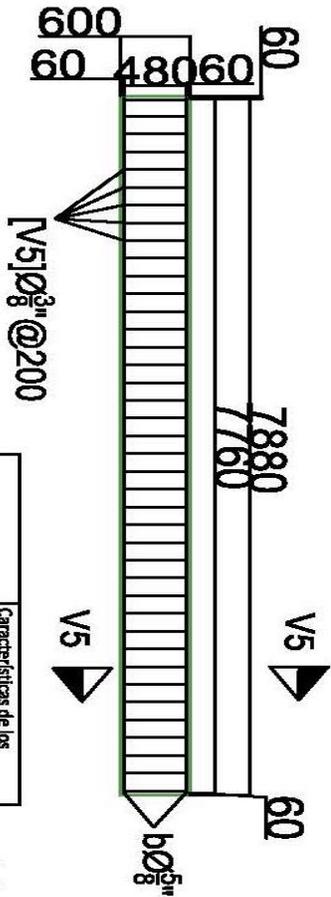
Detalle del refuerzo por cortante de la columna K-1 y las vigas V-1, V-2, V-3 y V-4.

Plano: A-2      Firma: JBB      Jesús Alberto Barbón Bualle  
 Fecha: 01/06/2016

Figura A.2: Plano A-2.

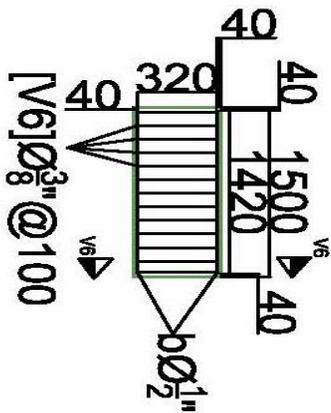
1 de Junio de 2016

### V-5 Detalle del refuerzo por cortante

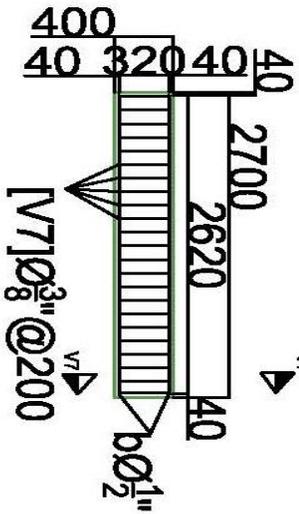


Material	Características de los materiales
Hormigón	$f_c = 20$ Mpa
Arena	Tamiz 200
Graba	Dímetro 3/4"
Relación Agua-cemento	0.44

### V-6 Detalle del refuerzo por cortante



### V-7 Detalle del refuerzo por cortante



Cuadro de Acero del refuerzo por cortante de la columna K-1 y las vigas V-1, V-2, V-3, V-4, V-5, V-6 y V-7.

Marca	Calidad (Pulgada)	Dímetro (mm)	Espaciamiento (mm)	Cantidad	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso Unitario (kg/m)	Peso Total (t)	Esquema
K1	G-34	3/8"	120	470	1.282	602.54	0.56	0.34	
V1	G-34	3/8"	200	160	1.582	253.12	0.56	0.14	
V2	G-34	3/8"	200	40	1.582	63.28	0.56	0.04	
V3	G-34	3/8"	200	32	1.582	50.624	0.56	0.03	
V4	G-34	3/8"	200	40	1.582	63.28	0.56	0.04	
V5	G-34	3/8"	200	40	1.582	63.28	0.56	0.04	
V6	G-34	3/8"	100	60	1.09	65.4	0.56	0.04	
V7	G-34	3/8"	200	196	1.182	231.672	0.56	0.13	
D1	G-34	Ø	200	304	0.24	72.9600	0.5900	0.0400	
					Total (m)	1488.1980		Total (t)	2.91

Detalle de refuerzo por cortante de las vigas V-5, V-6 y V-7 y cuadro de acero de cortante de la columna K-1 y las vigas desde V-1 hasta V-7

Plano: A-3      Firma: JBB      Fecha: 01/06/16

Jesús Alberto Barón Bualle

Figura A.3: Plano A-3.



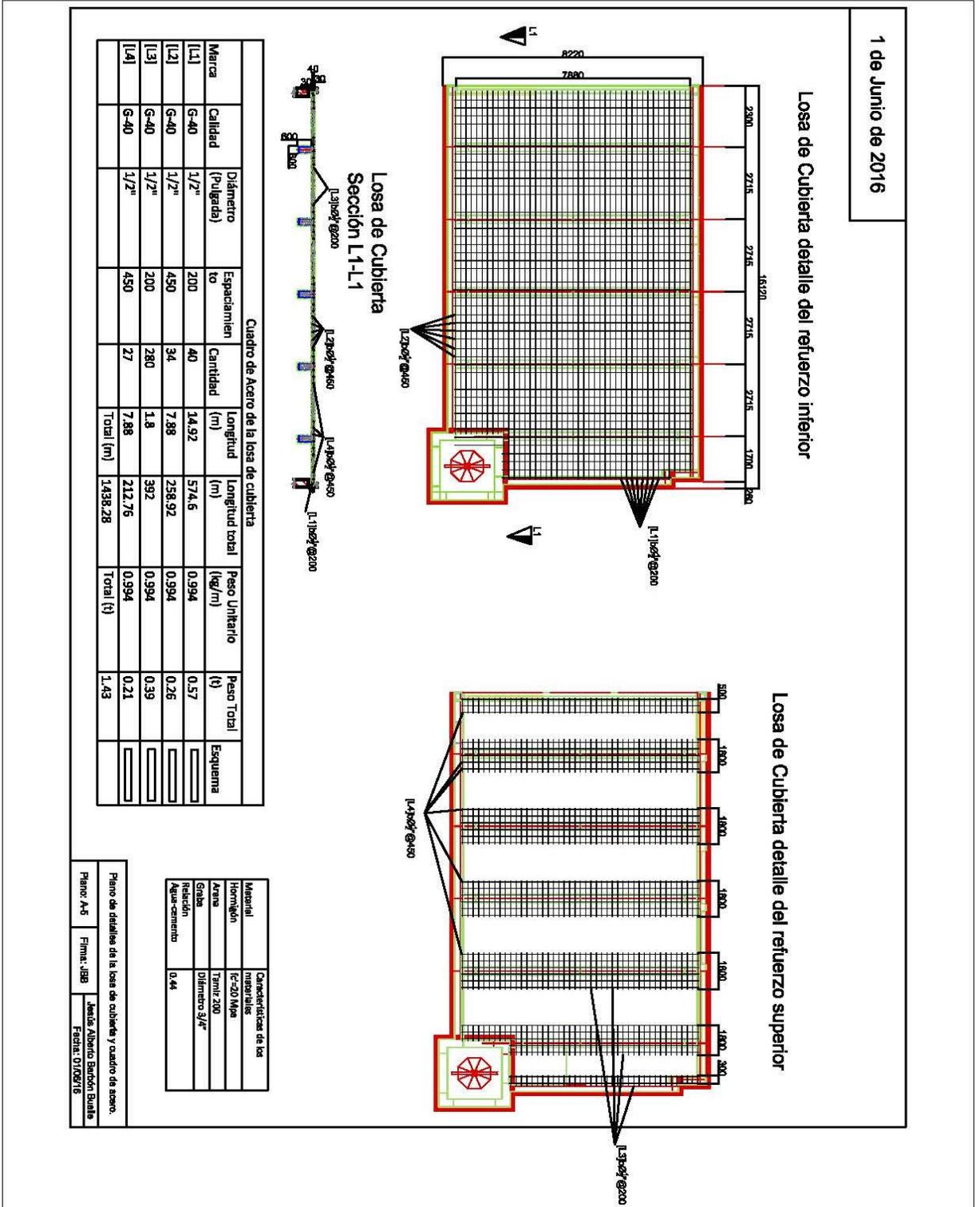
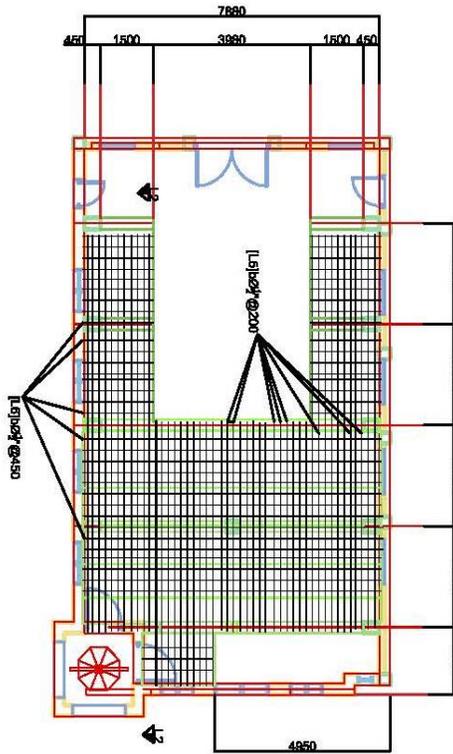


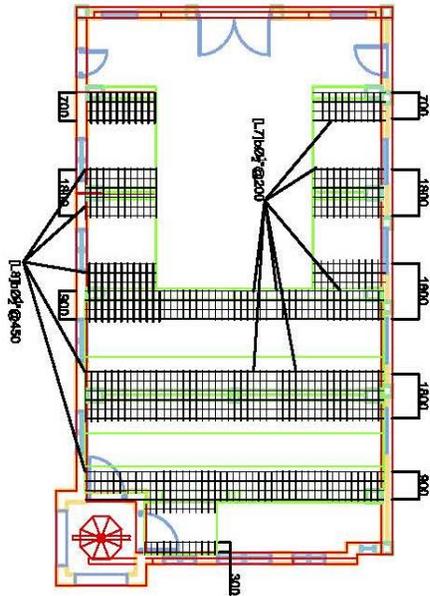
Figura A.5: Plano A-5.

1 de Junio de 2016

**Losa de entrepiso detalle del refuerzo inferior**



**Losa de entrepiso detalle del refuerzo superior**



**Cuadro de Acero de la losa de entrepiso**

Marca	Calidad	Diámetro (Pulgada)	Espaciamiento	Cantidad	Longitud (m)	Longitud total (m)	Peso Unitario (kg/m)	Peso Total (t)	Esquema
[L5]	G-40	1/2"	200	60	5.43	343.8	0.994	0.34	=====
[L6]	G-40	1/2"	450	24	7.88	184.56	0.994	0.18	=====
[L7]	G-40	1/2"	200	240	0.9	216	0.994	0.21	=====
[L8]	G-40	1/2"	450	20	7.88	141.36	0.994	0.14	=====
					<b>Total (m)</b>	<b>885.82</b>	<b>Total (t)</b>	<b>0.87</b>	

Material	Características de los materiales
Hormigón	f'c = 20 Mpa
Arena	Tamiz 200
Graba	Diámetro 3/4"
Relación Agua-cemento	0.44

Plano de detalles de la losa de entripiso y cuadro de acero.  
 Plano: A-6      Firma: JBB      Jesús Alberto Berdon Bualle  
 Fecha: 01/06/16

Figura A.6: Plano A-6.

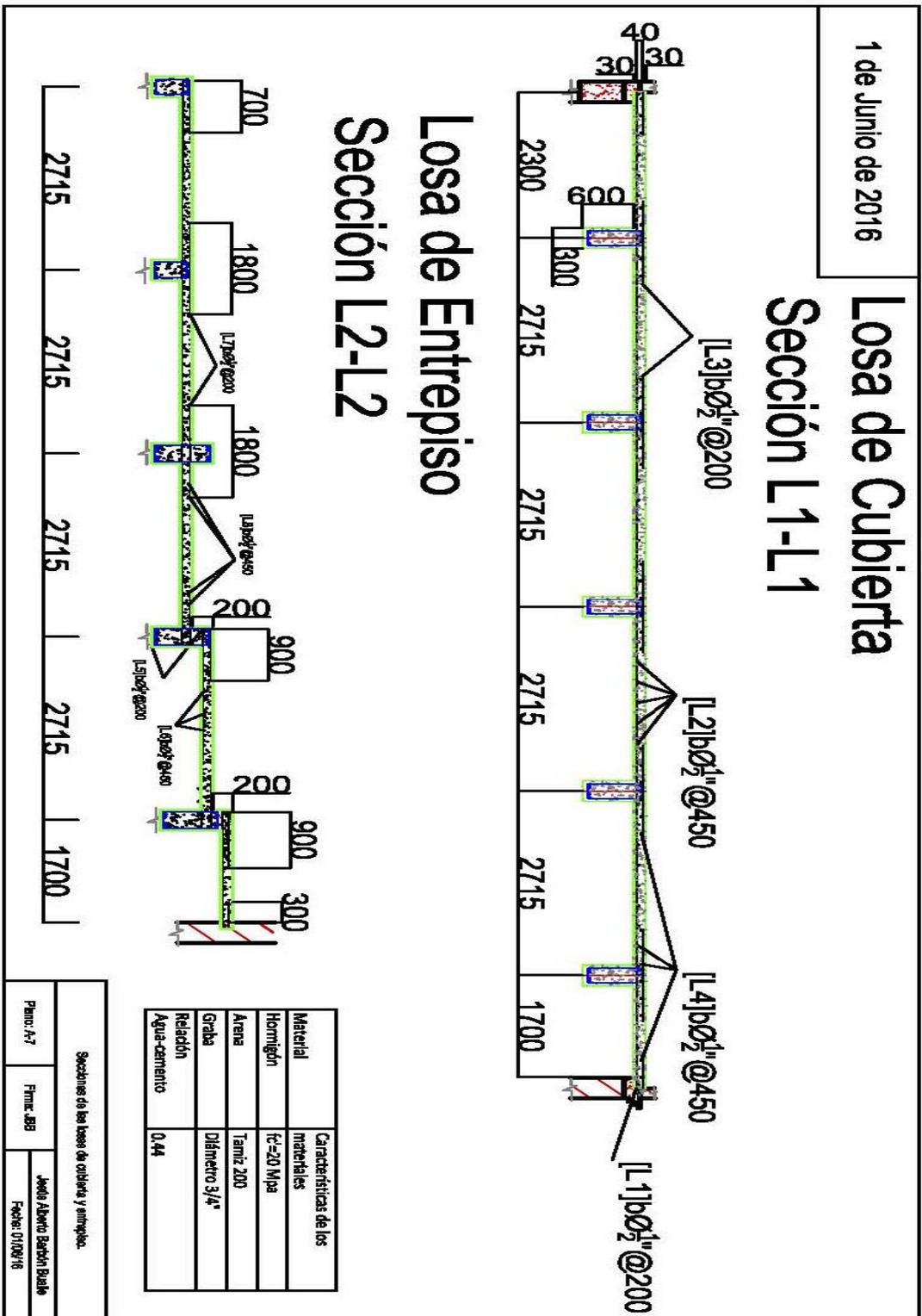
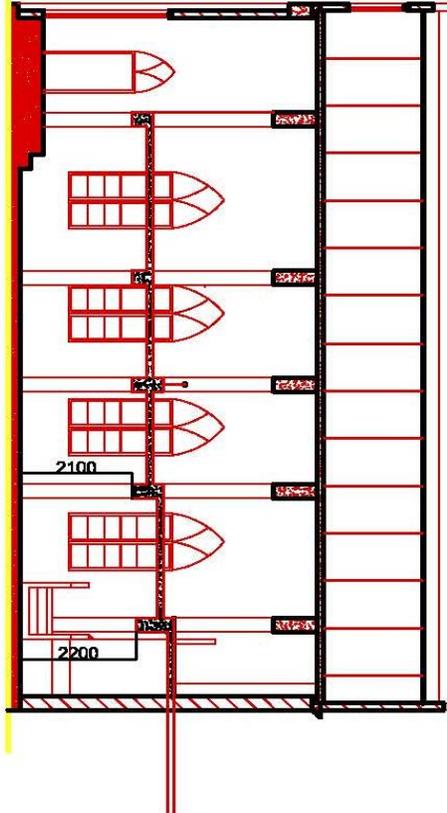


Figura A.7: Plano A-7.

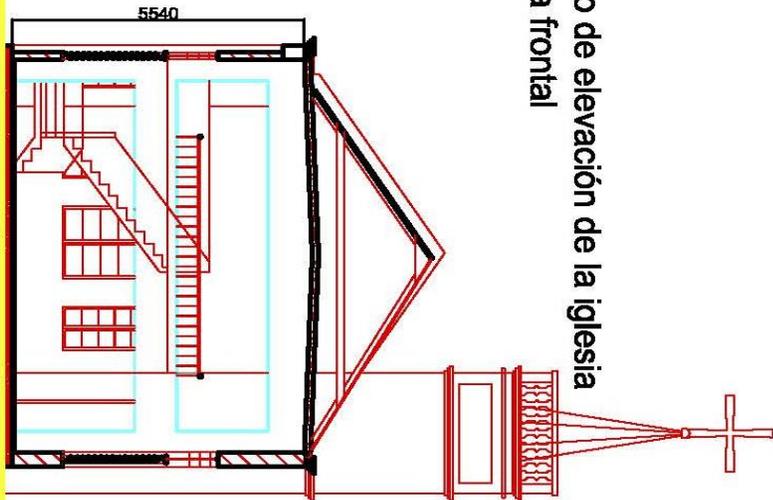
1 de Junio de 2016

Plano de elevación de la iglesia vista lateral



Material	Características de los materiales
Hormigón	f <sub>c</sub> = 20 MPa
Arena	Tamiz 200
Graba	Diámetro 3/4"
Relación Agua-cemento	0.44

Plano de elevación de la iglesia vista frontal



Plano de elevaciones. Vista Frontal y Lateral.		
Plano: A-8	Firma: JBB	Juan Alberto Bardon Bulla
		Fecha: 01/06/16

Figura A.8: Plano A-8.

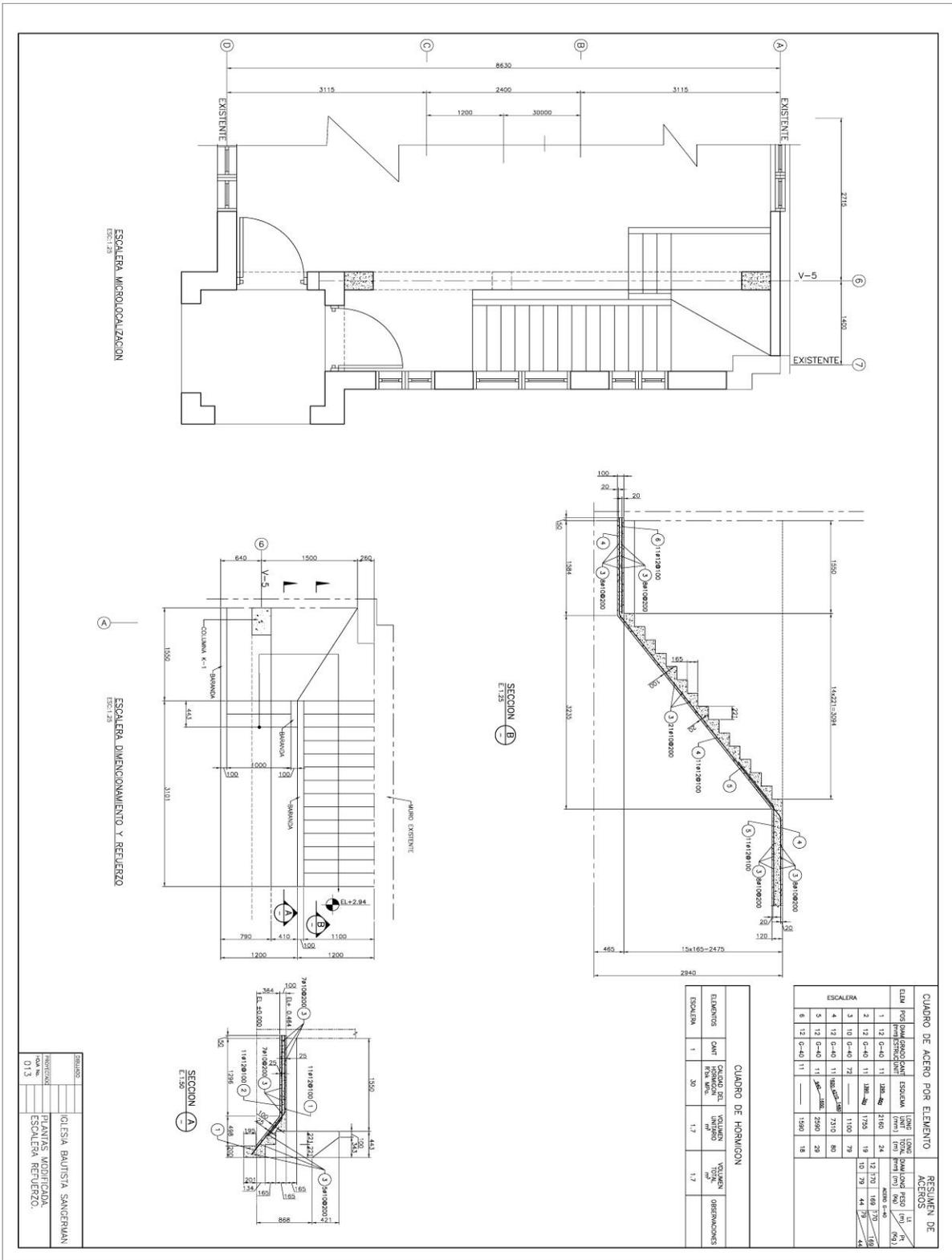


Figura A.9: Plano C-013.

## Anexo B:

Plano de la cimentación y fotos de la construcción.

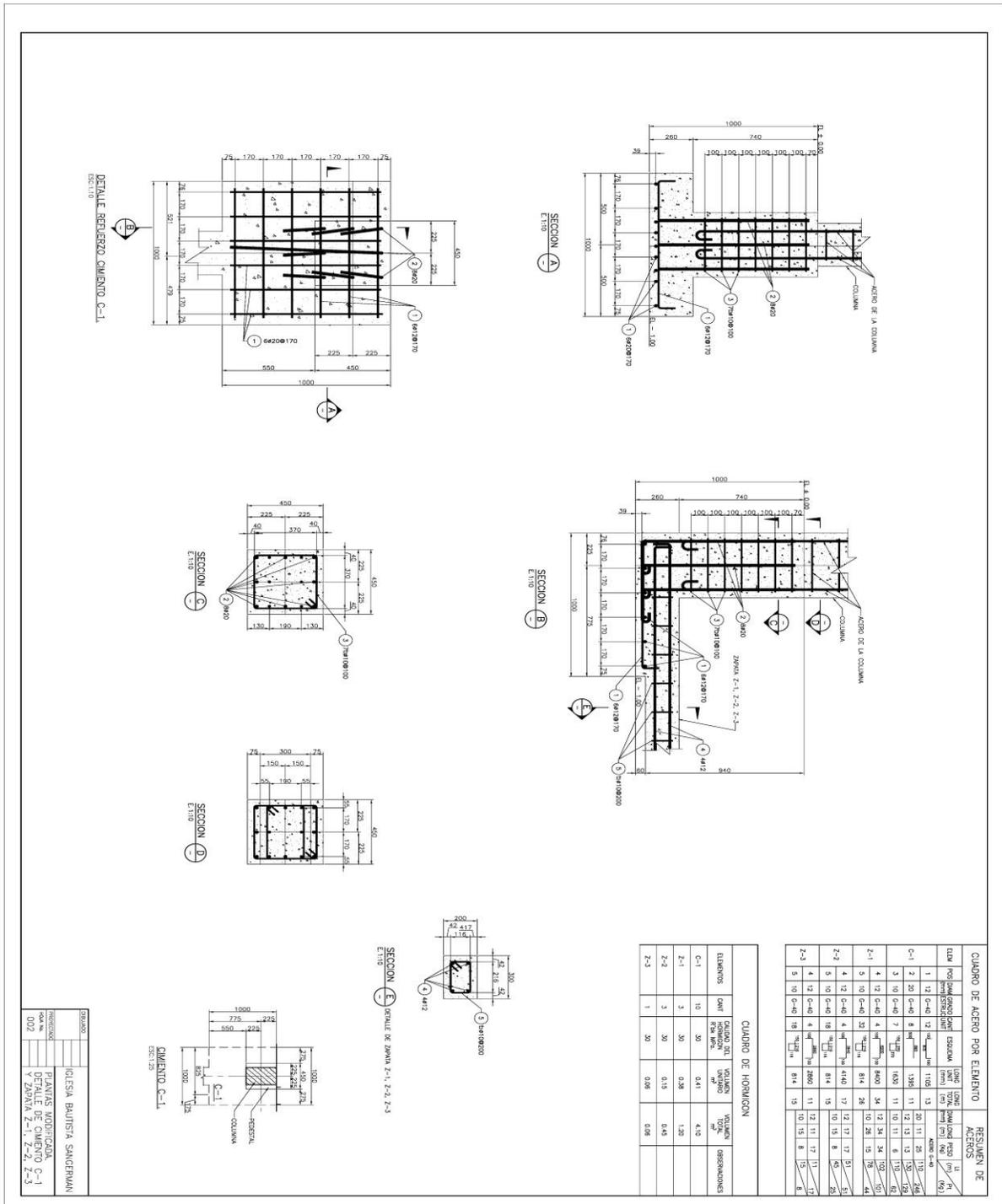


Figura B.1: Plano de la cimentación realizada en el proyecto anterior.



Figura B.2: Imágenes de la construcción del cimiento.



Figura B.3: Imágenes de la construcción de la armadura de acero para el cimiento.