

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



PROPUESTA DE REHABILITACIÓN, MEJORAS Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA FÍSICA DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL ESPECIAL N°100, UBICADO EN EL BARRIO VIRGEN DEL VALLE, PARROQUIA VISTA HERMOSA, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR

**TRABAJO FINAL DE
GRADO ESENTADO
POR LA BACHILLER
LISETHV.,
FRATANGELI C.
PARA OPTAR AL
TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, MAYO DE 2010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado “**PROPUESTA DE REHABILITACIÓN, MEJORAS Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA FÍSICA DEL CENTRO DE EDUCACIÓN INICIAL ESPECIAL N°100, UBICADO EN EL BARRIO VIRGEN DEL VALLE, PARROQUIA VISTA HERMOSA, MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR**”, presentado por el bachiller **LISETH VANESSA FRATANGELI CENTENO**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesor Giovanni Grieco

(Asesor académico)

Profesor Jacques Edlibi

Jefe del Departamento de Ingeniería Civil

Ciudad Bolívar, Mayo del 2010

DEDICATORIA

A Dios por estar a mi lado fielmente, por haberme permitido llegar hasta donde he llegado, llenándome de fuerzas renovadas cada día, coraje y valentía, para superar cada uno de los obstáculos que se han presentado que en el camino y así lograr cada una de mis metas.

Dedico el cumplimiento de este logro a mi madre Aura Centeno, mis tíos Pedro Vargas y Miriam Centeno de Vargas, quienes han creído en mí y me han enseñado a luchar por alcanzar cada una de las metas que me he propuesto, han sido mi soporte y mi apoyo a lo largo de toda mi vida. A los demás miembros de mi familia, hermanos, tíos y primos que de una u otra forma me han ayudado.

A la señora Ruth Jiménez y al señor Carlos Ruiz por abrirme las puertas de su casa siempre que lo necesité, fueron innumerables los días de estudios allí vividos.

A mis profesores, que a lo largo de toda la carrera me nutrieron con sus conocimientos y enseñanzas. A todos mis compañeros y amigos muy especialmente a mis futuros colegas: Eliezer, Karla, Daniulka, José Rafael, Hans y Cesar que mostraron su amistad, apoyo, lealtad e incondicionalidad durante esta larga experiencia, amigos, recuerden que el camino está lleno de pruebas, pero al final, con la recompensa, notarán que todo ha valido la pena.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por haber llenado mi vida de grandes bendiciones y sostener mi mano en los momentos más duros. A mi madre y mis tíos, gracias por el apoyo que me han brindado.

A la Universidad de Oriente y sus profesores, gracias por los conocimientos impartidos que con vocación de grandes profesionales han dejado en mi una huella imborrable por su labor, una labor que va mas allá de enseñar, son una gran fuente de inspiración y motivación sobre quienes aquí nos formamos, muy especialmente, gracias a los profesores, Mario Castro, Carlos Grus.

A mi tutor académico, el profesor Giovanni Grieco que con su paciencia, sencillez y humildad fue capaz de asumir este rol tan importante para el cumplimiento de mi meta, transmitiéndome sus conocimientos y enseñanzas en el desarrollo de esta investigación, le estaré enormemente agradecida.

Al personal docente, administrativo y obrero del Centro de Educación Inicial Especial N°100, muy especialmente a la directora Rita Mares, por la colaboración brindada.

En fin, a todos mil gracias

RESUMEN

La presente investigación basó su objetivo general en “Formular una propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento de la planta física del centro de educación inicial especial N°100, ubicado en el barrio Virgen del Valle. Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar”. En rasgos generales se estudiaron las causas que han influido en el desarrollo de las patologías que presentan los miembros estructurales y no estructurales del centro educativo. La investigación desarrollada es de tipo descriptiva ya que permite analizar una serie de observaciones y el estado actual de la estructura registrando sus datos. Con un diseño de campo y documental puesto que se utilizaron datos de instituciones y documentación teórica y bibliográfica, y de campo ya que, fue necesario la recolección de datos y entrevistas no estructuradas en el área de interés. La población y muestra está enmarcada dentro de los objetivos, en los cuales se tomó, todos los elementos estructurales y no estructurales del centro educativo. Los resultados de la investigación, dando respuesta a los objetivos planteados permitieron establecer que existe una serie de causas que provocaron el deterioro de los diferentes miembros de la estructura, y esto, se ha dado por las fallas y errores cometidos al momento de la construcción, de lo antes mencionado se formula una propuesta que plantea la reparación de un módulo de la planta física junto a la demolición y reconstrucción de los otros dos módulos del centro educativo.

CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| HOJA DE APROBACIÓN | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| RESUMEN..... | v |
| CONTENIDO | vi |
| LISTA DE TABLAS..... | x |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| SITUACIÓN A INVESTIGAR | 3 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.2 Objetivos de la investigación | 5 |
| 1.2.1 Objetivo general | 5 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 5 |
| 1.3 Alcance de la investigación..... | 6 |
| 1.4 Justificación de la investigación..... | 7 |
| CAPÍTULO II | 8 |
| GENERALIDADES | 8 |
| 2.1 Descripción | 8 |
| 2.2 Ubicación geográfica..... | 8 |
| 2.3 Acceso al área | 9 |
| 2.4 Características físicas y naturales del área de estudio | 10 |
| 2.4.1 Clima | 10 |
| 2.4.2 Vegetación..... | 16 |
| 2.4.3 Relieve..... | 18 |
| 2.4.4. Altitud | 18 |
| 2.5 Geología | 19 |
| 2.5.1 Geología general..... | 19 |
| 2.5.2 Geología regional..... | 19 |
| CAPÍTULO III | 21 |
| MARCO TEÓRICO..... | 21 |
| 3.1 Antecedentes de la investigación..... | 21 |
| 3.2 Bases teóricas | 22 |
| 3.2.1 Inspección en obras civiles..... | 22 |
| 3.2.2 Sistemas constructivos..... | 25 |
| 3.2.3 Patología | 32 |
| 3.2.4 Lesiones..... | 33 |

| | |
|--|-----|
| 3.2.5 Causas de la lesión..... | 43 |
| 3.2.6 Intervenciones sobre las lesiones..... | 43 |
| 3.2.7 Acero..... | 47 |
| 3.2.8 Patologías en elementos metálicos..... | 50 |
| 3.2.9 Tratamiento del acero ante la corrosión..... | 63 |
| 3.2.10 Concreto..... | 64 |
| 3.2.11 Agrietamiento..... | 77 |
| 3.2.12 Elemento estructural..... | 78 |
| 3.2.13 Instalación de bloques de cemento..... | 80 |
| CAPÍTULO IV..... | 92 |
| METODOLOGÍA DE TRABAJO..... | 92 |
| 4.1 Nivel de la investigación..... | 92 |
| 4.2 Diseño de la investigación..... | 93 |
| 4.2.1 Documental..... | 93 |
| 4.2.2 De campo..... | 94 |
| 4.3 Población y muestra de la investigación..... | 94 |
| 4.3.1 Población..... | 94 |
| 4.3.2 Muestra..... | 95 |
| 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 95 |
| 4.4.1 Recolección de la información..... | 95 |
| 4.4.2 Reconocimiento preliminar..... | 96 |
| 4.4.3 Estudio de campo..... | 97 |
| 4.4.4 Trabajo de oficina..... | 97 |
| 4.5 Flujo de la metodología del trabajo de grado..... | 97 |
| CAPÍTULO V..... | 99 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 99 |
| 5.1 Diagnostico de la situación actual de la estructura..... | 99 |
| 5.2 Comparación entre los elementos (estructurales y no estructurales) que componen el modelo rural modificado propuesto por F.E.D.E y los elementos (estructurales y no estructurales) que componen la estructura en estudio..... | 108 |
| 5.3 Causas que provocaron el deterioro de los diferentes miembros de la estructura..... | 111 |
| 5.3.1 Elementos sometidos a flexión (correas, vigas de amarre y vigas de carga)..... | 112 |
| 5.3.2 Elementos sometidos a compresión (columnas)..... | 121 |
| 5.3.3 Fundaciones..... | 122 |
| 5.3.4 Grietas en paredes y columnas..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| 5.4 Determinación de la influencia de las variables ambientales externas sobre la estructura de la institución..... | 124 |
| 5.5 Propuesta de los métodos de reparación de los diferentes elementos de la estructura que presentan deterioros..... | 128 |
| 5.5.1 Módulo 1..... | 129 |
| 5.5.2 Módulo 2 y 3..... | 130 |
| CAPÍTULO VI..... | 131 |
| LA PROPUESTA..... | 131 |
| 6.1 Formulación de la propuesta..... | 131 |
| 6.2 Restauración del Módulo 1..... | 132 |
| 6.2.1 Remoción del techo..... | 132 |
| 6.2.2 Reparación de las grietas..... | 132 |
| 6.2.3 Sustitución de las vigas de carga..... | 133 |
| 6.2.4 Sustitución del techo..... | 133 |
| 6.3 Demolición y reconstrucción de los Módulos 2 y 3..... | 134 |
| 6.3.1 Demolición de los módulos 2 y 3..... | 134 |
| 6.3.2 Reconstrucción de la estructura de los Módulos 2 y 3..... | 135 |
| 6.3.3 Sistema eléctrico..... | 138 |
| 6.3.4 Agua potable..... | 138 |
| 6.3.5 Maleza..... | 139 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 140 |
| Conclusiones..... | 140 |
| Recomendaciones..... | 142 |
| REFERENCIAS..... | 144 |
| APÉNDICES..... | 147 |
| APÉNDICE A..... | 147 |
| ECUACIONES UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 147 |
| APÉNDICE C..... | 168 |
| CÁLCULOS DE CHEQUEO DE LA ESTRUCTURA ACTUAL..... | 168 |
| APÉNDICE D..... | 185 |
| CÁLCULOS DE DISEÑO DE LA PROPUESTA..... | 185 |
| APÉNDICE E..... | 201 |
| PLANOS DE LA PROPUESTA A LA REHABILITACION DE LA PLANTA FÍSICA DEL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL Nº 100..... | 201 |
| ANEXOS..... | 212 |
| ANEXO 1..... | 212 |
| CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES COVENIN 2002-88.... | 212 |
| ANEXO 2..... | 214 |

| | |
|---|-----|
| TABLAS CON LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PERFILES IPN Y CONDUVEN | 214 |
| ANEXO 3..... | 219 |
| INFORMES LEVANTADOS POR PROTECCIÓN CIVIL Y GOBERNACIÓN EN EL PREESCOLAR | |
| | 219 |
| ANEXO 4..... | 223 |
| NORMA ACI 324 224.1R-93. CAUSAS, EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE FISURAS EN | |
| ESTRUCTURAS DE HORMIGON..... | 223 |
| ANEXO 5..... | 225 |
| NORMA ACI 318.SR-05. REQUISITOS Y REGLAMENTOS PARA EL CONCRETO | |
| ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS..... | 225 |
| ANEXO 6..... | 227 |
| ESTRUCTURA DE ACERO PARA EDIFICACIONES. PROYECTO, FABRICACIÓN Y | |
| CONSTRUCCIÓN. COVENIN-MINDUR 1618:82..... | 227 |

LISTA DE TABLAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabla 2.1 | Coordenadas geográficas de la zona en estudio | 9 |
| Tabla 2.2 | Resumen estadístico de la precipitación (mm). Periodo climático 2004. | 12 |
| Tabla 2.3 | Resumen estadístico de la evaporación (mm) periodo climático año 2004 | 14 |
| Tabla 2.4 | Resumen estadístico de la temperatura media (°C) periodo climático año 2004 | 15 |
| Tabla 2.5 | Resumen estadístico de la humedad relativa (%) periodo climático 2004 | 16 |
| Tabla 2.6 | Resumen estadístico de la insolación media mensual (hrs) periodo climático 2004. | 16 |
| Tabla 3.1 | Sistemas constructivos empleados por F.E.D.E. | 26 |
| Tabla 3.2 | Dimensiones nominales de los bloques (www.construir.com). | 84 |
| Tabla 5.1 | Características del sistema rural modificado y las diferencias que presenta la estructura de la institución. | 109 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 2.1 Fotografía Satelital de la institución (Google Earth). | 9 |
| Figura 3.1 Una obra con inspección. Central Hidroeléctrica Simón Bolívar (EDELCA, 2008). | 23 |
| Figura 3.2 Algunas obras sin inspección ni ordenanzas (www.construir.com) | 24 |
| Figura 3.3 Corte del sistema rural tradicional. (F.E.D.E.). | 28 |
| Figura 3.4 Sistema tipo rural tradicional. (F.E.D.E.). | 29 |
| Figura 3.5 Sistema rural modificado (R-M). (F.E.D.E.) | 30 |
| Figura 3.6 Ejemplo de unidad organizativa tipo. (F.E.D.E.) | 31 |
| Figura 3.7 Isometría de la estructura. (F.E.D.E.) | 31 |
| Figura 3.8 Caso extremo de deformación en estructuras porticadas (Enciclopedia Broto). | 36 |
| Figura 3.9 Asentamiento diferencial de una zapata porticada. (Enciclopedia Broto) | 39 |
| Figura 3.10 Grieta por asentamiento diferencial de un muro. | 39 |
| Figura 3.11 Proceso de corrosión (www.Construction Chemicals.Com) | 59 |
| Figura 3.12 Ubicación, uniones, diseños y soldaduras preferibles en elementos mecánicos para minimizar el riesgo de corrosión (Enciclopedia Broto) | 62 |
| Figura 3.13 Sección de una pared de bloques (www.construir.com). | 82 |
| Figura 3.14 Bloques estándares reales (www.construir.com). | 83 |
| Figura 3.15 Esquema básico para la instalación de bloques (www.construir.com). | 84 |
| Figura 3.16 Empotramiento alternado en la esquina de la pared (www.construir.com). | 85 |
| Figura 3.17 Empotramiento en la esquina para bloques estrechos (www.construir.com). | 86 |
| Figura 3.18 Empotramiento en la esquina para bloques anchos (www.construir.com). | 86 |
| Figura 3.19 Empotramiento en la esquina para bloques extra anchos (www.construir.com). | 87 |
| Figura 3.20 Inicio de una pared de bloque sobre una capa de mortero (www.construir.com). | 89 |
| Figura 3.21 Utilización del medio bloque para alternar las filas (www.construir.com). | 90 |
| Figura 3.22 Bloque montado, presionado contra el cordón del bloque de abajo y el cordón del bloque contiguo (www.construir.com). | 91 |
| Figura 4.1 Nivel de investigación | 93 |
| Figura 4.2 Diseño de investigación | 94 |
| Figura 4.3 Flujoograma de la metodología del trabajo de grado. | 98 |
| Figura 5.1 Aspecto del Centro de Educación Inicial (Julio, 2009). | 100 |
| Figura 5.2 Estructura liviana techada con concreto (Julio, 2009). | 100 |
| Figura 5.3 Grietas a lo largo de toda la estructura del preescolar (Julio, 2009). | 101 |
| Figura 5.4 Deterioro en el manto asfáltico (Septiembre, 2009). | 102 |
| Figura 5.5 Elementos metálicos afectados por la corrosión (Julio, 2009). | 103 |
| Figura 5.6 Mal estado del sistema eléctrico del preescolar (Julio, 2009). | 103 |
| Figura 5.7 Presencia de agua en el interior (Septiembre, 2009). | 104 |
| Figura 5.8 Grieta vertical en la unión de dos paredes (Julio, 2009). | 105 |
| Figura 5.9 Grieta vertical en el cruce de | 105 |

| | |
|--|-----|
| dos paredes (Julio, 2009). | 105 |
| Figura 5.10 Grieta vertical en una pared (Julio, 2009). | 106 |
| Figura 5.11 Grieta inclinada a 45° aproximadamente en la parte inferior de la pared (Julio, 2009). | 106 |
| Figura 5.12 Deterioro de la tubería de aguas blancas (Septiembre, 2009). | 107 |
| Figura 5.13 Estado en el que se encuentra la maleza (Septiembre, 2009) | 108 |
| Figura 5.14 Grieta paralela al pórtico, (Septiembre, 2009). | 123 |
| Figura 5.15 Estado oxidado y corroído en el que se encuentra la estructura. (Septiembre, 2009). | 125 |
| Figura 5.16 Pequeños desprendimientos del concreto .(Septiembre, 2009). | 126 |
| Figura 5.17 Filtraciones de aguas de lluvia a través de las paredes. (Septiembre, 2009). | 127 |
| Figura 5.18 Mal estado en el que se encuentran los canales destinados a escurrir el agua de lluvia. (Septiembre, 2009) | 128 |
| Figura 6.1 Detalle de la fundación propuesta | 136 |

INTRODUCCIÓN

La palabra patología, en rasgos generales se traduce al español como el estudio de las enfermedades, en construcción la patología es la ciencia que estudia los problemas que aparecen en una edificación o en parte de ella una vez ejecutada la obra, sus procesos y también las posibles soluciones.

Por su parte las lesiones no son más que la manifestación de los problemas constructivos o el síntoma final de un proceso patológico, las lesiones en una edificación pueden ser de tipo, físicas, químicas o mecánicas y las causas pueden ser innumerables, desde ineficiencias en el diseño, errores constructivos, mala selección de los materiales de construcción, falta de inspección y falta de mantenimientos entre otros.

El Centro de Educación Inicial Especial N°100 ubicado en el sector Virgen del Valle presenta una serie de lesiones a los largo de toda la planta física del mismo como producto de diferentes procesos patológicos que se dado en la estructura.

Por tal razón es necesario conocer la raíz de los problemas que aqueja a la institución y de tal manera buscar plantear una solución efectiva que permita devolver a los niños de la comunidad una planta física segura para su educación, esta investigación busca formular una propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a esta estructura, se divide en seis capítulos:

Capítulo I. Situación a Investigar: en este se desarrolla el planteamiento del problema, se plantean los objetivos, general y específicos, alcance y justificación de la investigación.

Capítulo II. Generalidades: aquí se da una breve descripción del Centro de Educación Inicial Especial N°100, su ubicación geográfica, acceso al área, características físicas y naturales y la geología del lugar.

Capítulo III. Marco teórico: este capítulo explica primeramente los antecedentes de la investigación así como también las bases teóricas que sustentan el proyecto planteado.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: describe la metodología del trabajo, el nivel de la investigación, diseño, técnicas e instrumentos de recolección de datos, población, muestra y el flujograma de la investigación.

Capítulo V. Análisis e Interpretación de los resultados: este capítulo contempla el análisis de cada uno de los datos recolectados en el campo durante la investigación para dar respuesta los objetivos inicialmente planteados.

Capítulo VI. La Propuesta: señala en primera instancia la formulación de la propuesta, restauración y reconstrucción de la estructura en estudio.

Por último se presentan las Conclusiones y recomendaciones: en atención a los resultados y de acuerdo a la secuencia de los objetivos de investigación planteados se estructuran las conclusiones del trabajo realizado, a partir de tales conclusiones se plantean las recomendaciones relacionadas con el estudio. Al final se incluyen los apéndices y anexos que soportan la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Desde tiempos muy antiguos se ha visto que el hombre en la continua búsqueda de mejorar su estilo de vida ha venido desarrollando y perfeccionando con el paso del tiempo la formas constructivas de los espacios que consideran necesarios para lograr la supervivencia, así como también espacios recreacionales. Estos espacios de los que se hablan no son más que viviendas, hospitales, hoteles, vías de comunicación, centros comerciales y por supuesto centros educativos. La existencia en buen estado de las construcciones ya mencionadas en conjunto representa el desarrollo de cualquier país.

Pero es debido a la situación actual de crisis que atraviesa el mundo en los ámbitos económico, político y social que influyen en el desarrollo de las nuevas generaciones, que se ha visto un auge en la impulsión de las actividades educativas orientadas a niños, niñas y adolescentes lo que ha traído consigo la construcción y remodelación de nuevos centros destinados a la educación.

Sin embargo debido a factores de origen natural, errores de diseño o constructivos, las estructuras que se construyen hoy en día en ocasiones se ven sometidas a varios tipos de patologías que terminan muchas veces interrumpiendo el uso para el cual fueron diseñadas.

En Europa, específicamente en España un hospital central a penas a 5 años de su construcción empezó a presentar fallas en su estructura, eran grietas cuyas longitudes variaban entre 2 y 3,4; luego de un estudio realizado se determinó que se

habían formado como consecuencias del uso de concretos y materiales no adecuados para el tipo de estructura al momento de su construcción.

Latinoamérica no ha escapado de este tipo de situaciones, exactamente en el distrito federal de México en el año 2007 un total de mas de 130 escuelas publicas debido a fallas estructurales pusieron en riesgo la vida de mas de miles de estudiantes ya que podían colapsar, eran fallas originadas debido al avanzado estado de deterioro en el que se encontraban las instituciones y de la falta de mantenimiento. Especialmente la escuela primaria “Guadalupe Victoria” estaba a punto de venirse abajo con sus 24 salones, razón por la cual ingenieros y arquitectos especialistas recomendaron la demolición de la estructura.

En el año 1997 un sismo de magnitud 6.8 Ms en la escala de Richter sacude a la población de cariacó. La planta baja del Liceo Raimundo Martínez Centeno colapsa totalmente, quedando la losa del primer piso apoyada directamente sobre el suelo. Luego del sismo un grupo de ingenieros especialistas inspeccionó el liceo y determinaron que existieron detalles de construcción en la mezcla del concreto, armado de vigas, presencia de plantas libres, efectos de columna corta y definiciones de diseño estructural.

Dada la necesidad que existe de ofrecerles a los niños, niñas y adolescentes calidad en la educación para que se formen en espacios seguros, higiénicos y estéticos, en nuestro país la Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (F.E.D.E.), se dedica exclusivamente a atender los problemas de infraestructura que presentan los planteles educativos.

En Venezuela el Comité Venezolano de Normas Industriales (COVENIN) es el encargado de dictar los criterios y acciones mínimas para la construcción de

edificaciones (incluyendo las educativas), pero no existe un organismo que se encargue de estudiar las fallas o daños que pueden presentar las edificaciones.

Por lo cual es necesario estudiar las causas y el origen de las patologías que puedan presentar las estructuras, de esta manera determinar las soluciones que se deben aplicar para poder atacar el problema de raíz de una manera eficiente y eficaz.

En vista de tal situación esta investigación busca plantear una propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento como solución a la problemática estructural que presenta la planta física del Centro de Educación Inicial Especial N°100, ya que el estado el que se encuentra la misma ha traído como consecuencia la suspensión total y por ahora definitiva de las clases en dicha institución. Con ello la matrícula de 120 niños que esta institución atendía se ha visto en continuo descenso debido al retiro de muchos de estos estudiantes para ser inscritos en otras instituciones, algunas bastante alejadas de la comunidad.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Formular una propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento de la planta física del Centro de Educación Inicial Especial N°100, ubicado en el Barrio Virgen del Valle, Parroquia Vista Hermosa, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la estructura.

2. Comparar la estructura y los elementos que componen el modelo de escuela rural modificado (RM) propuesto por el F.E.D.E con la estructura del centro educativo en estudio.

3. Señalar las causas que provocaron el deterioro de los diferentes miembros de la estructura.

4. Determinar la influencia de las variables ambientales externas sobre la estructura de la institución.

5. Proponer los métodos de reparación de los diferentes elementos de la estructura que presentan deterioros.

1.3 Alcance de la investigación

Esta investigación, busca en primera instancia diagnosticar, conocer y evaluar las causas y orígenes de fallas en los elementos estructurales y no estructurales de la planta física del Centro de Educación Inicial Especial N°100, ubicada en el Barrio Virgen del Valle, Parroquia Vista Hermosa, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

Además busca proponer un método adecuado a la solución de la problemática estructural que presenta la institución, esto también ayudará en el futuro y en otros casos a prevenir que se den otras fallas y termine acarreando una situación similar. Todo esto permitirá plantear una propuesta concreta de restauración de la estructura de la institución educativa.

1.4 Justificación de la investigación

La presencia de fallas en miembros estructurales y no estructurales son el reflejo de que la estructura no esta trabajando como debe, además sin un elemento estructural presenta algún tipo de patología es muy posible que termine afectando al resto de los elementos estructurales y con ello se de la afectación directa de los miembros no estructurales.

Las causas pueden ser de diferentes orígenes, pero es necesario estudiar la situación para conocer con exactitud el tipo y origen de la patología o falla que esta presentando y con ello lograr establecer soluciones reales que permitan atacarlas.

De no ser realizado este estudio previo es posible que las soluciones que se adopten no cumplan con los requerimientos necesarios. Básicamente, es preciso aplicar una solución eficiente ya que de lo contrario puede resultar un trabajo bastante costoso y lento.

Si en la estructura se da una remodelación a tiempo, esto traerá consigo el beneficio de los niños que allí están inscritos, ya que estos podrán reanudar sus actividades escolares, además, el personal docente, obrero y administrativo que allí labora, podrán hacerlo en un lugar seguro. De mantenerse la institución en la situación en la que se encuentra es posible que se de la necesidad de aplicar soluciones integrales, tales como la demolición, con esto la restauración de la institución podría alejarse de la realidad, ya que se daría un incremento significativo en el presupuesto y en el tiempo de reparación de la institución.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Descripción

El Centro de Educación Inicial Especial N° 100 atiende a los niños en edades comprendidas entre 0 y 6 años del sector de virgen del valle y sus aledaños. Es inaugurada el 1 de octubre de 1975. En la década de los ochenta le agregan dos estructuras de tipo R2, en principio estas dos estructuras del preescolar contaban con elementos estructurales conformados por perfiles de acero y un techo liviano de acerolit. En el año de 1996 tras el deterioro que presentaba el techo de la institución en aquel entonces, es remodelada, en esta remodelación removieron el techo de acerolit y le colocaron un nuevo techo de concreto.

En las instalaciones de la institución cuenta con cuatro aulas, un salón múltiple, una oficina de dirección, una cocina y tres baños, en las afueras de la estructura pero perteneciente a la institución existe un parque destinado a la recreación de los niños del preescolar.

En el preescolar labora el siguiente personal: un director, seis docentes de aula, dos docentes especialistas, tres auxiliares de preescolar, una secretaria y dos obreros, además cuenta con una matrícula de 120 niños.

2.2 Ubicación geográfica

La ubicación del área en estudio considerada es la Región Sur - Oriental de Venezuela, que de acuerdo a la división política territorial del país está ubicada en el

Estado Bolívar, específicamente al Sureste de Ciudad Bolívar, Municipio Autónomo Heres. (Figura 2.1).



Figura 2.1 Fotografía Satelital de la institución (Google Earth).

En cuanto a las coordenadas geográficas, tienen una longitud de $63^{\circ}32'55.0''$ al oeste y una latitud de $8^{\circ}05'22.31''$ al norte, ambos a una elevación de 97 metros. (Tabla 2.1)

Tabla 2.1 Coordenadas geográficas de la zona en estudio

| Longitud | Latitud |
|-------------------------------|-------------------------------|
| $63^{\circ}32'55.0''\text{O}$ | $8^{\circ}05'22.31''\text{N}$ |
| Elevación de 97m | |

2.3 Acceso al área

El acceso al Centro de Educación Inicial Especial n°100 se hace a través de la avenida la Paragua cruce con la calle principal del barrio Virgen del Valle luego con

la calle independencia a la altura de la iglesia Virgen del Valle, justo al lado del liceo José Francisco de Miranda.

2.4 Características físicas y naturales del área de estudio

2.4.1 Clima

Tanto Ciudad Bolívar como sus alrededores, tiene una clasificación climática según Leslie R. Holdridge (1.953) en Freire y Perdomo,(1.997) que corresponde a una zona de Bosque seco Tropical, caracterizado por una definición cuantitativa de la relación de dependencia que existe entre la naturaleza, la vegetación y los principales elementos del clima: biotemperatura, precipitación, y humedad ambiental, de manera que la vegetación refleja las condiciones climáticas predominantes, las cuales también influyen significativamente en el relieve, la hidrología y suelos (p. 78).

Partiendo del mapa de clasificación climática de Holdridge Tecmín (1.994), el clima de la zona de la cuenca en general, es tropical húmedo. Para toda el área se cumple que en la época de lluvias, el coeficiente de variación mensual de la precipitación va de alto a moderado, y en la estación seca este coeficiente es alto, llegando a sobrepasar el 100 % de desviación con respecto al valor promedio (p. 54).

La medición del clima se hace a través del uso de termómetros, pluviómetros, barómetros y otros instrumentos, pero su estudio depende de las estadísticas. El modo más fácil de interpretarlo es en términos de medias mensuales y anuales de las variables climatológicas: precipitación, evaporación, temperatura, insolación solar, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento.

La caracterización de las variables climatológicas en el área de estudio, se utilizaron los datos del resumen climatológico tomado de la estación Ciudad Bolívar, del servicio de meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana, año (1.996-2.006).

2.4.1.1 Precipitación: generalmente la época lluviosa se inicia en el mes de mayo y se mantiene hasta el mes de noviembre, teniendo una duración de ocho meses, presentándose el mes de julio como el mes más lluvioso para el periodo climático en consideración. La época de sequía abarca los meses de diciembre hasta marzo, siendo febrero y marzo los meses más secos del año.

Para el análisis de esta variable se consideraron dos series de datos obtenidos en la Estación de la Fuerza Aérea Venezolana ubicada en el Aeropuerto de Ciudad Bolívar. (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Resumen estadístico de la precipitación (mm). Período climático 2004.

| | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic | Total anual | Total medio |
|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|-------------|-------------|
| Total | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 6 | 61 | 61 |
| mens | 47.7 | 35.4 | 24.7 | 58.9 | 450.4 | 522.0 | 527.3 | 750.3 | 452.9 | 542 | 259.9 | 39.3 | 6310.1 | 359.2 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 1 | 6 | 2 | 7 | 2 | 1 | 1 | 8 | 7 |
| med | 3.8 | 3.0 | 8.0 | 9.9 | 0.6 | 43.7 | 0.2 | 50.8 | 9.0 | 1.6 | 32.4 | 2.4 | 45.4 | 0.45 |
| Máx | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | .7 | .1 | .3 | 7.0 | 0.1 | 0.2 | 7.5 | 7.6 | 7.8 | 2.9 | 7.3 | 2.9 | 21.4 | 8.45 |
| Mín | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5. | 0 |
| | .0 | .6 | .3 | .3 | .5 | .2 | .2 | .3 | .3 | .3 | .3 | .4 | 7 | .475 |

La precipitación anual para el periodo en estudio es de 826.2 mm. La lluviosidad está asociada al crecimiento de las calmas ecuatoriales hacia el Norte, mientras que la sequía es consecuencia de los alisios del Noreste, los cuales en esa época y en esta latitud se comportan como vientos secos.

La distribución contrastada de las precipitaciones tiene incidencia en el área de estudio, específicamente en el lapso Junio-Agosto, debido a las probabilidades de ocurrencia de lluvias torrenciales.

2.4.1.2 Evaporación: para este periodo climático de un año (2004) considerado se tiene que presentó una evaporación media anual de 133 mm, los meses con los valores máximos son febrero y marzo con 190 y 194 mm respectivamente. En cambio para los valores mínimos, se destacan los meses de septiembre con 90mm y octubre con 79mm. (Tabla 2.3).

Tabla 2.3 Resumen estadístico de la evaporación (mm) periodo climático año2004

| | ne | eb | ar | br | ay | un | ul | go | ep | ct | ov | ic | nual |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| Media | 57 | 78 | 80 | 72 | 22 | 28 | 00 | 11 | 03 | 0 | 16 | 30 | 33 |
| Máx | 72 | 90 | 94 | 85 | 33 | 40 | 14 | 25 | 19 | 02 | 27 | 42 | 45 |
| Mín | 50 | 69 | 68 | 64 | 12 | 17 | 1 | 9 | 0 | 9 | 05 | 18 | 19 |

El análisis comparativo de los valores medios de evaporación con los valores medios mensuales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento indica que en la medida que la temperatura se incrementa, la humedad relativa disminuye, aumentando la capacidad atmosférica para absorber vapor de agua mientras que los vientos cumplen una función desecante.

2.4.1.3 Temperatura: la temperatura media anual en el área en estudio para el periodo considerado es de 27.9 °C. La tendencia que manifiesta la curva anual de de temperatura media para la estación de Ciudad Bolívar – Aeropuerto, la cual establece un régimen térmico de tipo bimodal; es decir, se estiman dos valores máximos, uno principal y otro secundario.

El valor máximo principal se presenta en el mes de abril con un valor de 28.5 °C y el valor secundario ocurre en octubre de 28.1 °C.

Los menores valores temperatura media se registran en los meses de enero con 26.5 °C, febrero con 27 °C y diciembre con 26.9 °C, esto fue calculado partir los datos tabulados en la tabla 2.4. Los datos promedios (Tabla 2.4) Indican que la temperatura en Ciudad Bolívar y sus áreas adyacentes es alta durante todo el año,

produciendo una media anual de 28.1 °C. Se observa en dicha tabla poca variabilidad entre las temperaturas medias mensuales, no obstante, hay que resaltar que las diferencias entre las temperaturas máximas medias y mínimas medias diarias son significativas (9°C y 11°C).

Tabla 2.4 Resumen estadístico de la temperatura media (°C) periodo climático año 2004

| | ne | eb | ar | br | ay | un | jul | ago | sep | oct | nov | dic | nual |
|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Media | 7.4 | 7.9 | 8.8 | 10.1 | 7.9 | 7.5 | 7.1 | 7.7 | 7.7 | 8.8 | 8.3 | 7.6 | 8.1 |
| Máx | 3.1 | 4.0 | 5.2 | 6.6 | 3 | 2.8 | 2.8 | 3.1 | 3.1 | 4.4 | 3.7 | 2.8 | |
| Mín | 3.5 | 3.1 | 3.6 | 5.2 | 4.7 | 4.3 | 3.9 | 4.1 | 4.1 | 4 | 4.7 | 4.2 | |

2.4.1.4 Humedad relativa: en cuanto a los valores e humedad registrados se tiene que las máximas medias ocurren en los meses de junio, julio y agosto con valores de 78%, 79% y 82% respectivamente; y las humedades mínimas y medias se presentan en los meses de febrero, marzo y abril con valores de 48%, 50% y 52% respectivamente. (Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Resumen estadístico de la humedad relativa (%) periodo climático 2004

| | ne | eb | ar | br | ay | un | ul | go | ep | ct | ov | ic | nual |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| M edia | .9 | .3 | .4 | .4 | .3 | .5 | .5 | .1 | .3 | .1 | .2 | .1 | .8 |
| M áxima | .8 | .6 | .5 | .6 | .7 | .0 | .5 | .5 | .5 | .6 | .6 | .7 | |
| M inima | .4 | .8 | .3 | .8 | .0 | .9 | .4 | .0 | .1 | .8 | .0 | .9 | |

2.4.1.5 Insolación solar: la insolación solar media alcanza sus mayores registros en los meses de marzo y octubre; mientras que los mínimos valores de insolación solar se dan en los meses de enero. (Tabla 2.6).

Tabla 2.6 Resumen estadístico de la insolación media mensual (hrs) periodo climático 2004.

| | ne | eb | ar | br | ay | un | ul | go | ep | ct | ov | ic | nual |
|-----------|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|
| M edia | .6 | .8 | .7 | .7 | .3 | .1 | .5 | .4 | .6 | .9 | .1 | .1 | .7 |
| M áx | .0 | .4 | 0.2 | .6 | .6 | .1 | .3 | .1 | .7 | .5 | .3 | .2 | |
| M ín | .2 | .7 | .1 | .5 | .9 | .4 | .2 | .0 | .4 | .2 | .3 | .1 | |

2.4.2 Vegetación

Ciudad Bolívar y sus alrededores presentan un alto grado de deterioro de sus formaciones vegetales y que en muchos sectores de vertientes se hace muy difícil el

replamamiento vegetal dada las condiciones en que han quedado por los efectos de los procesos erosivos y como consecuencia de la intervención antrópicas. Se muestra la necesidad de ejecutar programas de replamamiento vegetal, de la arborización y la protección de núcleos de vegetación arbolada, a fin de mejorar el microclima, las visuales paisajísticas y la estabilidad de las áreas escarpadas.

Siguiendo el esquema de Holdridge, el área de estudio se corresponde con la zona de vida del Bosque Seco Tropical (bs-T), pudiendo destacar dentro de ella espacio con la siguiente formación vegetal:

2.4.2.1 Formación Mixta: están extensamente distribuidas en toda el área de estudio no ocupada por desarrollos, teniendo como asociación dominante la de Sabana con Chaparrales y como componente dominante la Gramínea, la cual se dispone en macollas, dejando espacios sin cobertura, con la presencia del componente arbustivo en disposición rala. Su presencia es importante por el efecto regulador que tienen para con la escorrentía y por la capacidad para fijar y estabilizar suelos, cuya importancia se potencia en áreas de topografía inclinada y en algunos sectores de cárcavas.

Entre las especies más comunes de esta asociación debe mencionarse: paja pelua (saeta), escobilla, dormidera, mastranto, chaparro, chaparro monterero, alcomoque y mandigo.

La mayor parte de las áreas potenciales para la expansión urbana están cubiertas con formaciones mixtas, localizándose en pequeños y localizados terrenos, suelos desnudos y cultivos estacionales.

En esta vegetación, cuya formación es mixta típica de sabana se pueden distinguir tres niveles, un nivel alto, un nivel medio y un nivel bajo.

❖ Nivel alto: esta constituido por arbustos dispersos que alcanzan hasta cinco metros de altura, entre estos se consigue comúnmente el chaparro de sabana (curatela americana), manteco (byrsonima crassifolia).

❖ Nivel medio: este nivel lo constituyen arboles que alcanzan hasta dos metros de altura como es el caso del mastranto (hyptis suaveoliris).

❖ Nivel bajo: en este nivel se encuentran arboles que alcanzan hasta cuarenta centímetros de altura tal como las gramíneas de porte bajo, especialmente del genero tranchypogon, y escobilla (scoparia dulcis).

2.4.3 Relieve

En estas áreas se identifican fundamentalmente las formas de relieve de los sedimentos de la formación mesa, los procesos erosivos de estos sedimentos dan origen a áreas de tierras malas o “bad lands”, superficies ligeramente inclinadas.

En los estratos superiores se desarrollan formas e relieve típico de tierras malas o cárcavas con drenaje absolutamente detrítico, en el cual los cursos principales socavan la base de los barrancos y extienden su perfil longitudinal mediante sucesivos derrumbes.

Este relieve expresa las características propias de un valle con topografía accidentada, se encuentran zonas con pendientes menores a un 10% y se observan otras de relieve alto, con pendientes mayores del 29%.

2.4.4. Altitud

La altitud es uno de los factores que ejercen mayor influencia en la modificación del clima. El relieve del Estado Bolívar presenta altitudes que oscilan

entre los 200,00 y 500,00 metros sobre el nivel del mar en las márgenes del río Orinoco, hasta los 2.800,00 metros sobre el nivel del mar en el Monte Roraima. Ciudad Bolívar se ubica entre los 12,00 en su parte más baja, en la orilla del río Orinoco y los 125,00 metros sobre el nivel del mar, en la parte más alta de la ciudad, la cual se encuentra ubicada al Sur de la misma.

2.5 Geología

2.5.1 Geología general

Desde el punto de vista estratigráfico el área de estudio esta constituida por las siguientes unidades litológicas: complejo imataca, formación mesa y sedimentos recientes.

2.5.2 Geología regional

Las rocas que pertenecen al complejo imataca en el área de estudio se encuentran meteorizadas, por lo tanto no existen afloramientos presentes en la zona. La evidencia de estas rocas meteorizadas es la presencia de arenas y arcillas residuales, las cuales son indicativas de que en la zona existían gneises feldespáticos.

La formación mesa en la zona se caracteriza por una secuencia de capas subhorizontales, con una estratigrafía que comprende arenosa de color gris amarilla con manchas rojizas, son intercalaciones arcillosas y de edad pleistoceno.

2.5.2.1 Complejo imataca: el conjunto de rocas que forman la provincia de imataca, han sido denominadas complejo imataca, este término fue propuesto por Chase (1985) en vista de lo complejo de la estructura y de la superposición e eventos metamórficos e

ígneos que impiden una determinación inequívoca de la sucesión de las formaciones dentro del conjunto. No se ha definido una sección tipo propia dicha para el complejo, sin embargo la litología característica (con la cual coinciden muchos autores) es la siguiente: 80% de rocas leucocráticas, 10% de gneises máficos y el resto gneises graníticos, escasas anfibolitas y formaciones de hierro. Los gneises félsicos y máficos están intercalados con capas de cuarcitas ferruginosas, granulitos y cuerpos delgados interestratificados de rocas graníticas.

2.5.2.2 Formación mesa: representa una extensa capa de sedimentos no consolidados, de edad plio – pleistoceno, son sedimentos heterogéneos en cuyo perfil de acumulación se encuentran gravas, arenas, limos y arcillas, depositados sobre superficies irregulares de rocas precámbricas. La columna estratigráfica de la formación mesa, indica que el basamento ígneo – metamórfico puede encontrarse a cualquier nivel de la columna y de hecho aflora en numerosos sitios de la Ciudad. En algunos taludes erosionales la formación mesa exhibe secuencia de arcilla y arenas limolíticas, estratificadas, macizas a laminadas. En muchos sectores donde las capas superiores han sido erosionadas por el intemperismo se observan lentes de sedimentos areno – limosos con grava y limos.

2.5.2.3 Sedimentos recientes: estos sedimentos provenientes de la disgregación de los constituyentes litológicos de la formación y del complejo imataca, los cuales son arrastrados por las aguas de escorrentías, el viento y los agentes exógenos. Los materiales incluyen cantos rodados, gravas, limos y partículas en suspensión que han sido depositadas desde el holoceno hasta el presente. Estos materiales son de un color amarillento, rojizo, gris, marrón, Marrón claro y beige, arena blanca con granulometría variada.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Durante el año 2009 Coa Luis realizó una investigación titulada “Evaluación de las grietas en los elementos estructurales y no estructurales en la escuela básica bolivariana salto ángel en ciudad bolívar, en el municipio heres, parroquia agua salada, estado bolívar”, en la cual concluye que: “La presencia de humedad en una estructura, tanto en los elementos estructurales principales como los elementos estructurales secundarios, es el factor de muchos daños que debilita la estructura, la hace perder resistencia y rigidez, a medida que la humedad penetra y ataca a el concreto, llega al acero de refuerzo y es cuestión de tiempo para que el acero se oxide y el mismo oxido se acumula en el concreto, ocasionando daños muy serios como son las explosiones y agrietamientos del recubrimiento del acero” (p 127). La razón por la que esta conclusión resulta importante sobre la investigación es que muestra como las filtraciones a través del concreto dada por el mal estado de la impermeabilización del techo puede influir directamente sobre el deterioro en el que se encuentra el techo del Centro de Educación Inicial Especial N°100.

En Cataluña España fue presentado un resumen titulado “La influencia de la inspección en la ejecución de estructuras de concreto armado” realizado por César Días Gómez en el mes de julio del 2007. Días Gómez llegó a la siguiente conclusión: “La inspección y las distintas labores del ingeniero inspector en las diferentes obras civiles juega un papel muy importante, ya que, una constante inspección y evaluación del proceso de construcción puede disminuir el número de fallas técnicas ya sean ocasionadas por errores de cálculo, diseño, mala elección del material, entre otras”, la relevancia que tiene esta investigación para el presente estudio es que induce a creer

que la posible falta de inspección ha sido la causante principal de la problemática que presenta la estructura en estudio, lo que a su vez incrementa los factores que pueden haberse prestado para que la planta física de la institución halla fallado.

Michael E. Marrus en una investigación titulada fallas técnicas y errores constructivos, la cual fue publicada en el año 2004, concluyó lo siguiente: “Las fallas no deben ser definidas solamente como un derrumbe o como la caída de una estructura sino también como toda discrepancia existente entre los resultados esperados en un proyecto y las que en realidad se obtienen”, la relevancia que tiene esta conclusión para la presente investigación es que se pueden estudiar planos y diseños de la estructura seleccionada y compararla con la planta actual y determinar las fallas técnicas más importante lo que induciría a seleccionar de manera adecuada de las soluciones a plantear para atacar las fallas.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Inspección en obras civiles

La inspección de obras es la actividad profesional realizada en forma permanente en relación al lapso de ejecución de una obra, que se requiere para garantizar que se desarrolle de conformidad con las normas técnicas, los planos, especificaciones, presupuesto y demás documentos que constituyen el proyecto correspondiente. Abarca el control sobre la totalidad de la calidad en una obra, vista ésta como un todo, así como también el control de la calidad de los materiales empleados, verificando que los equipos, la mano de obra y servicios se empleen con la suficiente racionalidad, cumpliendo las especificaciones técnicas pertinentes y las normas de seguridad industrial.

El hombre combinando su ingenio y trabajo físico ha logrado levantar grandes e importantísimas estructuras pero a lo largo de los años se ha visto como la inspección ha jugado un papel vital para el cumplimiento de estos logros y es que las grandes obras construidas en el mundo han contado con una excelente inspección.

Por lo antes dicho la presencia de una inspección eficiente es garante de la calidad de la obra, mientras que la ausencia de una buena inspección es determinante ante las fallas técnicas que pueda presentar la obra. (Figuras 3.1 y 3.2).



Figura 3.1 Una obra con inspección. Central Hidroeléctrica Simón Bolívar (EDELCA, 2008).



Figura 3.2 Algunas obras sin inspección ni ordenanzas (www.construir.com)

3.2.1.1 Ingeniero inspector: es el profesional de la Ingeniería (Colegiado) especializado en el campo de la naturaleza del proyecto a ejecutar, con experiencia suficiente para ser el responsable de la Inspección de la obra y de controlar que la construcción se realiza cumpliendo cada una de sus requerimientos y etapas, de acuerdo con los planos, las especificaciones y demás documentos del proyecto.

Es el representante del Ente Contratante y generalmente es el único autorizado para comunicar al contratista, las posibles modificaciones (autorizadas por el Contratante) o nuevas propuestas técnicas que modifiquen el proyecto o el presupuesto. Todos los supervisores o superiores jerárquicos deberían comunicar estos cambios a través del Ingeniero Inspector.

El Ingeniero Inspector es un Profesional que vela para que se alcance la calidad esperada en una obra (como un todo y no parcialmente) y debe siempre orientar su

actuación a asegurar dicha calidad y no a comprobar su mala calidad. Debe actuar de acuerdo a claros principios éticos, reforzados en sus conocimientos y en la honestidad.

3.2.2 Sistemas constructivos

El acero laminado, junto con el hormigón armado, marcaron con su aparición el comienzo del desarrollo de los sistemas constructivos actuales al ser materiales mucho más técnicos que los clásicos empleados hasta entonces.

En particular el acero laminado por su gran resistencia, alta fiabilidad y por su concordancia en el comportamiento con las hipótesis básicas de la Resistencia de Materiales, puede considerarse el material técnico por excelencia.

Si se tuviesen que agrupar los materiales modernos de construcción con los clásicos, se debería asociar el acero laminado con la madera al presentar indudables similitudes. a) Buena resistencia tanto a tracción como a compresión, b) Presentarse en obra en piezas prismáticas rectas, c) Problemas de enlace, entre otros. El concreto en cambio, siguiendo esta analogía, habría que asociarle a los materiales pétreos.

En cuanto a la elección del sistema constructivo más adecuado por parte del proyectista de una construcción o estructura en general, el acero laminado entra en competencia abierta con el hormigón, quedando otros materiales: rocas, maderas, aluminios, plásticos o cerámicos fuera del dilema por su empleo más restringido por criterios de diseño o económicos.

Con el objetivo de normalizar y racionalizar el proceso de diseño y construcción de conjuntos educacionales, F.E.D.E., ha desarrollado los Sistemas Constructivos Especiales para Edificaciones Educativas.

El criterio de selección de materiales y procesos constructivos se fundamenta en la capacidad tecnológica y el nivel de especialización de la mano de obra existente en el país garantizando la viabilidad de construcción en todo el territorio nacional.

Los sistemas son concebidos en forma modular a los fines de obtener la flexibilidad necesaria para adaptar cada proyecto específico a la diversidad de posibilidades que resultan de la combinación de variables y criterios establecidos para el desarrollo de los mismos. Todos los sistemas constructivos han sido alimentados por unidades tipo (edificio), que se corresponden en los criterios de organización de las unidades funcionales. El sistema dispone para cada edificio de planos de arquitectura, superestructura, infraestructura, adaptadas a las distintas posibilidades resultantes del estudio de suelos, instalaciones sanitarias y eléctricas.

Los sistemas constructivos especiales para edificaciones educativas se clasifican según los materiales que los conforman (concreto, metal o combinados) o según el contexto del terreno para el cual se diseña el sistema.

Tabla 3.1 Sistemas constructivos empleados por F.E.D.E.

| Sistemas constructivos para edificaciones | | | |
|--|---|---------------------|---------------------------|
| Contexto del terreno | Materiales constructivos | | |
| | Concreto | Metal | Mixto (Concreto-Metal) |
| Urbano | Sistema Módulo Base. Sistema Módulo Barrios. | | |
| Urbano periférico | Sistema STAC. | Sistema VEN-UNO. | |

| | | | |
|--------------|--|--|---------------------|
| | | Sistema VEN-DOS | |
| Rural | | Sistema Rural Modificado (RM). Sistema Preensamblado de Tabelones. | Sistema VEN-TRES |

3.2.2.1 Sistema rural: el Sistema Rural “R” fue diseñado en el año 1.960 con la finalidad de dar respuesta a las necesidades del sector educativo en las áreas rural del país, prácticamente desabastecidas de este servicio. La falta de vías de penetración, la inexistencia del servicio eléctrico y la ausencia de mano de obra calificada, obligo al Ministerio de Obras Publicas (M.O.P.), a diseñar un sistema constructivo liviano, de fácil transporte y ensamblaje denominado Sistema Rural, mejor conocido como Sistema “R”, el cual fue tan efectivo que se extendió rápidamente en las áreas a lo largo y ancho del país. Lamentablemente este sistema también ha sido utilizado indiscriminadamente en áreas urbanas y periférico-urbanas, dando respuesta relativa no solo a las necesidades sino a las generadas por el sector salud, seguridad, entre otros.

El sistema R tradicional es un sistema rural conformado por una estructura aporticada a base de elementos metálicos, de fácil ensamblaje en la obra, diseñada por un piso de crujía simple y techo a dos aguas con una mínima pendiente. Son edificios independientes que agrupados entre sí; forman un conjunto discontinuo. Se utiliza generalmente en zonas rurales con gran disponibilidad de terrenos.

Es común recibir las solicitudes de construcción de R1, R2 o R3 cuando se requieren uno, dos o tres espacios para diferentes usos, sin el estudio requerido en las

áreas de planificación y programación, obviando las variables de diseño, las normas de construcción y los programas de mantenimiento. La fragilidad de sus componentes la han impulsado a un rápido deterioro.

F.E.D.E., preocupada por la eficiencia de la planta educativa, consciente del papel del edificio escolar en el logro de la calidad de la educación y del gran número de planteles educativos construidos con el Sistema “R”, ha evaluado y rediseñado el sistema rural original con la finalidad de transformarlo en una edificación funcional, adecuadamente iluminada y ventilada, confortable térmica y acústicamente segura y estética. De esta forma surgió el nuevo Sistema Constructivo de Acero, denominado Sistema Rural Modificado “RM”.

En la figura 3.3, se está representando el corte del sistema rural tradicional y en la Figura 3.4 el sistema tipo rural tradicional, rescate y mejoramiento de las edificaciones escolares rural tradicional.

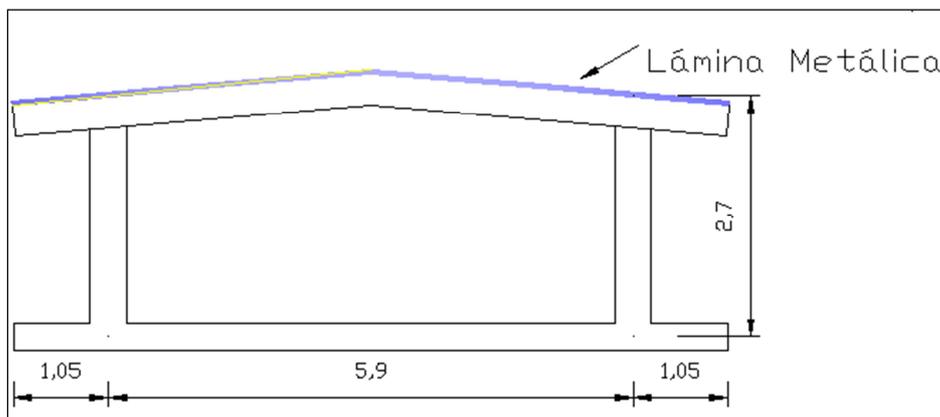


Figura 3.3 Corte del sistema rural tradicional. (F.E.D.E.).

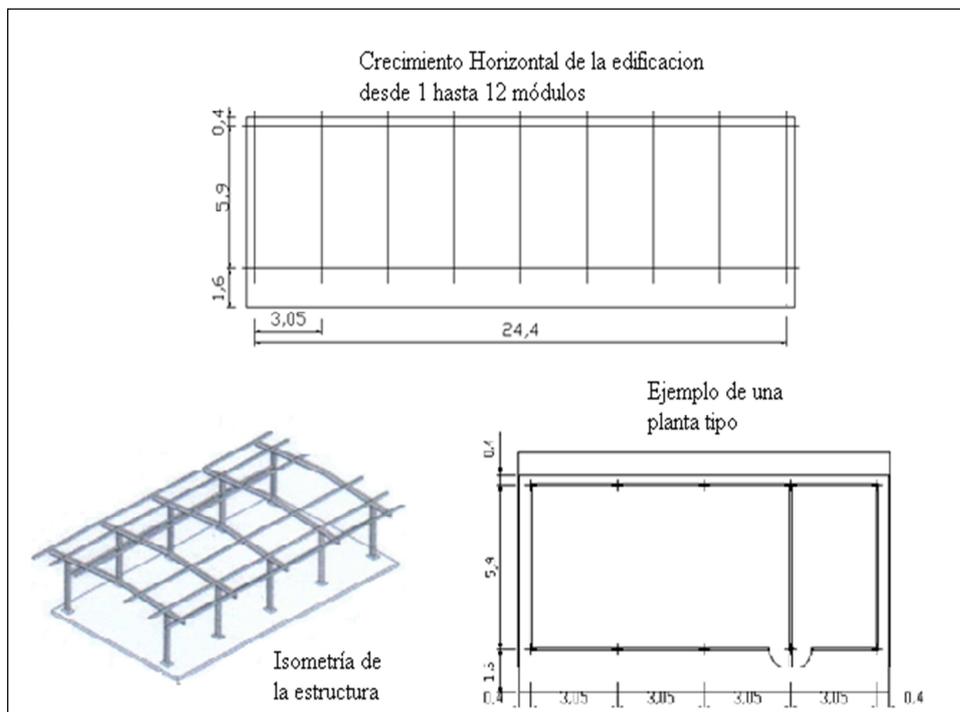


Figura 3.4 Sistema tipo rural tradicional. (F.E.D.E.).

3.2.2.2 Sistema rural modificado: el sistema R Modificado es el resultado de los cambios que F.E.D.E. le realizó a la tradicional R, con la finalidad de mejorar la calidad del mismo, como son el aumentar la altura y cambiar el techo de lámina metal simple por un panel tipo sandwinch de aluminio y poliuretano. Se amplió el alero y pasillos y se mejoraron los acabados, sin embargo el alto costo del panel y los problemas de distribución del mismo en el territorio nacional, oblijo a buscar esta nueva solución que es más segura, confortable, estética, económica y cuyos componentes son de fácil adquisición en el país.

Este sistema posee las mismas características, coordinación estructural, agrupación, crecimiento, componentes y uniones estructurales del Sistema R-Tradicional. Estas edificaciones poseen como característica principal un sistema aporticado metálico, con modulación en planta, conformado por elementos metálicos

livianos, de fácil ensamblaje en obra, para un piso con crujía simple y cubierta de techo liviano a dos aguas.

Son edificios independientes a partir de un módulo estructural que, agrupados entre sí, forman un conjunto discontinuo. Se utiliza generalmente en zonas rurales con gran disponibilidad de terrenos. Es una construcción tradicional, por lo tanto, su montaje puede ser ejecutado con equipos, tales como dosificadores de concreto, soldadores, entre otros. En la figura 3.5 se muestra una vista exterior del sistema.

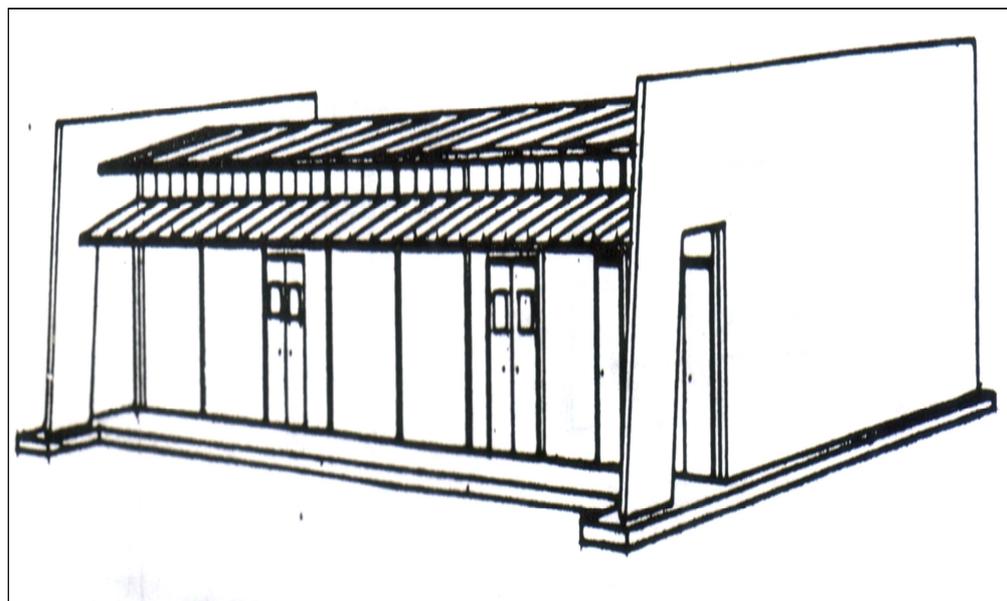


Figura 3.5 Sistema rural modificado (R-M). (F.E.D.E.)

Las figuras 3.6 y 3.7 se puede ver un plano de planta de la unidad organizativa del sistema y una isometría perteneciente a la misma respectivamente.

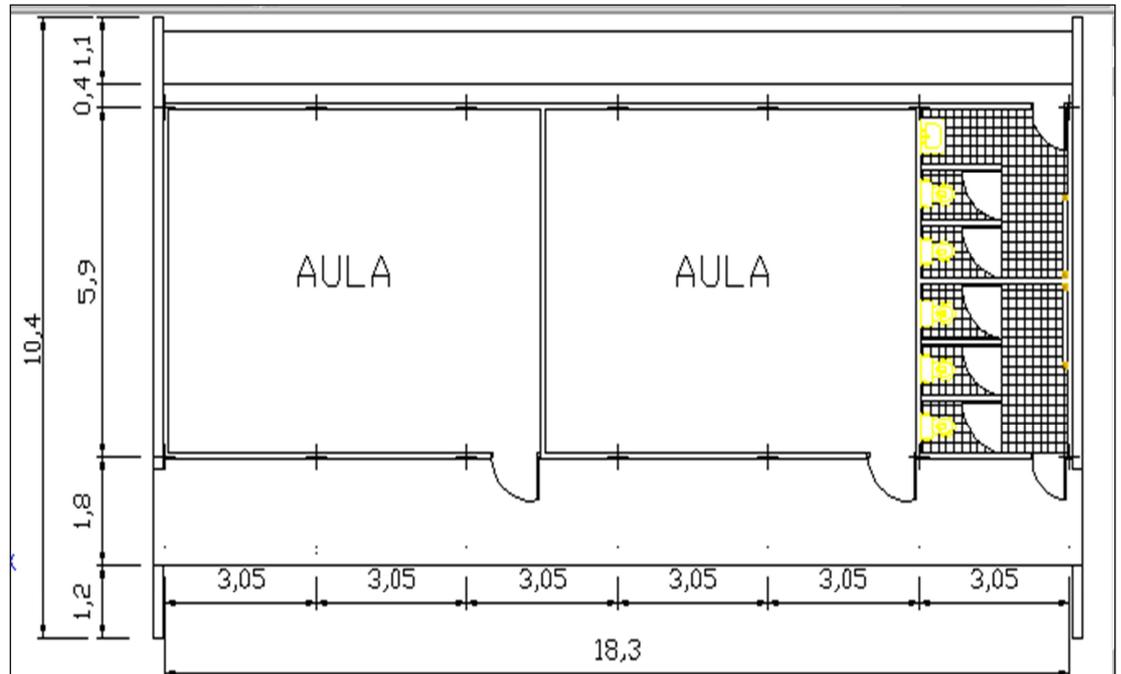


Figura 3.6 Ejemplo de unidad organizativa tipo. (F.E.D.E.)

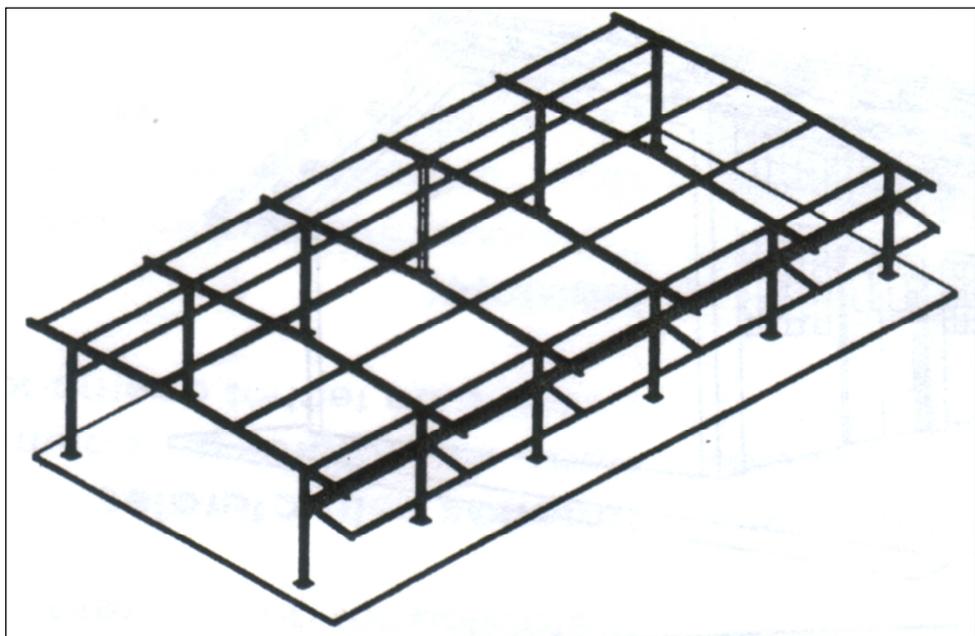


Figura 3.7 Isometría de la estructura. (F.E.D.E.)

3.2.3 Patología

La palabra patología, etimológicamente hablando, procede de las raíces griegas pathos y logos, y se podría definir, en términos generales, como el estudio de las enfermedades. Por extensión la patología constructiva de la edificación es la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades con posterioridad a su ejecución.

Usaremos exclusivamente la palabra «patología» para designar la ciencia que estudia los problemas constructivos, su proceso y sus soluciones, y no en plural, como suele hacerse, para referirnos a esos problemas concretos, ya que en realidad son estos el objeto de estudio de la patología de la construcción. Es pertinente y útil llamar la atención sobre esta diferencia ya que es un error muy extendido en el habla cotidiana de los técnicos y profesionales.

La patología preventiva consiste en considerar la funcionalidad constructiva de los elementos y unidades que componen un edificio, su durabilidad e integridad. Esto implicará una serie de medidas de diseño constructivo, de selección de material, mantenimiento y uso, así como una definición previa de las distintas actuaciones posibles.

A partir de aquí el arquitecto podrá decidir entre las medidas más apropiadas para anular el proceso patológico y poder llevar a cabo la reparación. Para afrontar un problema constructivo debemos ante todo conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado. Este conjunto de aspectos es el que conforma el proceso patológico en cuestión y se agrupa de un modo secuencial. En esta secuencia temporal del proceso patológico podemos distinguir tres partes diferenciadas: el origen, la evolución y el resultado final. Para el estudio del proceso patológico conviene recorrer esta secuencia de modo inverso, es decir, empezar por

observar el resultado de la lesión, luego el síntoma, para, siguiendo la evolución de la misma, llegar a su origen: la causa. Este proceso nos permitirá establecer tanto la estrategia de la reparación como la hipótesis de la prevención.

La rehabilitación de un edificio implica la recuperación de sus funciones principales por medio de distintas actuaciones sobre sus elementos que han perdido su función constructiva, sufrido un deterioro en su integridad o aspecto.

Para actuar sobre estos elementos constructivos, además de los estudios históricos previos, será fundamental considerar al edificio en cuestión como un objeto físico, compuesto por elementos con unas características geométricas, mecánicas, físicas y químicas determinadas y que pueden sufrir procesos lesivos o patológicos.

3.2.4 Lesiones

Las lesiones son cada una de las manifestaciones de un problema constructivo, es decir el síntoma final del proceso patológico. Es de primordial importancia conocer la tipología de las lesiones porque es el punto de partida de todo estudio patológico, y de su identificación depende la elección correcta del tratamiento. En muchas ocasiones las lesiones pueden ser origen de otras y no suelen aparecer aisladas sino confundidas entre sí. Por ello conviene hacer una distinción y aislar en primer lugar las diferentes lesiones. La “lesión primaria” es la que surge en primer lugar y la lesión o lesiones que aparecen como consecuencia de ésta se denominan “lesiones secundarias”.

El conjunto de lesiones que pueden aparecer en un edificio es muy extenso debido a la diversidad de materiales y unidades constructivas que se suelen utilizar. Pero, en líneas generales, se pueden dividir en tres grandes familias en función del carácter y la tipología del proceso patológico: físicas, mecánicas y químicas.

3.2.4.1 Lesiones físicas: son todas aquellas en que la problemática patológica se produce a causa de fenómenos físicos como heladas, condensaciones, etc. Y normalmente su evolución dependerá también de estos procesos físicos. Las causas físicas más comunes son: humedad, erosión y suciedad.

❖ **Humedad:** se produce cuando hay una presencia de agua en un porcentaje mayor al considerado como normal en un material o elemento constructivo.

La humedad puede llegar a producir variaciones de las características físicas de dicho material. En función de la causa podemos distinguir cinco tipos distintos de humedades:

Humedad de obra: es la generada durante el proceso constructivo, cuando no se ha propiciado la evaporación mediante un elemento de barrera.

Humedad capilar: es el agua que procede del suelo y asciende por los elementos verticales.

Humedad de filtración: es la procedente del exterior y que penetra en el interior del edificio a través de fachadas o cubiertas.

Humedad de condensación: es producida por la condensación del vapor de agua desde los ambientes con mayor presión del vapor, como los interiores, hacia los de presión más baja, como los exteriores. Puede dividirse en tres subgrupos, dependiendo de la zona donde se halle la condensación.

1. **Condensación superficial interior:** aparece en el interior de un cerramiento.

2. Condensación intersticial: aparece en el interior de la masa del cerramiento o entre dos de sus capas.

3. Condensación higroscópica: se produce dentro de la estructura porosa del material que contiene sales que facilitan la condensación del vapor de agua del ambiente.

Humedad accidental: es la producida por roturas de conducciones y cañerías y suele provocar focos muy puntuales de humedad.

❖ Erosión: es la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial.

Erosión atmosférica: es la producida por la acción física de los agentes atmosféricos. Generalmente se trata de la meteorización de materiales pétreos provocada por la succión de agua de lluvia que, si va acompañada por posteriores heladas y su consecuente dilatación, rompe láminas superficiales del material constructivo.

❖ Suciedad: es el depósito de partículas en suspensión sobre superficie de las fachadas. En algunos casos puede incluso llegar a penetrar los poros superficiales de dichas fachadas. Podemos distinguir dos tipos diferentes de suciedad: ensuciamiento por depósito y ensuciamiento por lavado diferencial

Ensuciamiento por depósito: es producido por la simple acción de la gravedad las partículas en suspensión en la atmósfera.

Ensuciamiento por lavado diferencial: es el producido por partículas ensuciantes que penetran en el poro superficial del material por la acción del agua de

que tiene como consecuencia más característica los churretones que se ven tan habitualmente en las fachadas urbanas.

3.2.4.2 Lesiones mecánicas: aunque las lesiones mecánicas se podrían englobar entre las lesiones físicas puesto que son consecuencia de acciones físicas, suelen considerarse un grupo aparte debido a su importancia. Definimos como lesión mecánica aquella en la que predomina un factor mecánico que provoca movimientos, desgaste, aberturas o separaciones de materiales o elementos constructivos. Podemos dividir este tipo de lesiones en cinco apartados diferenciados: deformaciones, grietas, fisuras, desprendimientos y erosiones mecánicas. En la figura 3.8 se observa un caso de deformación en estructuras porticadas.



Figura 3.8 Caso extremo de deformación en estructuras porticadas (Enciclopedia Broto).

❖ Deformaciones: son cualquier variación en la forma del material, sufrido tanto en elementos estructurales como de cerramiento y que son consecuencia de

esfuerzos mecánicos, que a su vez se pueden producir durante la ejecución de una unidad o cuando ésta entra en carga. Entre estas lesiones diferenciamos cuatro subgrupos que a su vez pueden ser origen de lesiones secundarias como fisuras, grietas y desprendimientos.

Flechas: son la consecuencia directa de la flexión de elementos horizontales debida a un exceso de cargas verticales o transmitidas desde otros elementos a los que los elementos horizontales se encuentran unidos por empotramiento.

Pandeos: se producen como consecuencia de un esfuerzo de compresión que sobrepasa la capacidad de deformación de un elemento vertical.

Desplomes: son la consecuencia de empujes horizontales sobre la cabeza de elementos verticales.

Alabeos: son la consecuencia de la rotación de elementos debida, generalmente, a esfuerzos horizontales.

❖ **Grietas:** se trata de aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento. Conviene aclarar que las aberturas que sólo afectan a la superficie o acabado superficial superpuesto de un elemento constructivo no se consideran grietas sino fisuras. Dentro de las grietas, y en función del tipo de esfuerzos mecánicos que las originan, distinguimos dos grupos: grietas por exceso de carga y grietas por dilataciones y contracciones higrótérmica.

Grietas por exceso de carga: son las grietas que afectan a elementos estructurales o de cerramiento al ser sometidos a cargas para las que no estaban diseñados. Este tipo de grietas requieren, generalmente, un refuerzo para mantener la seguridad de la unidad constructiva.

Grietas por dilataciones y contracciones higrotérmicas: son las grietas que afectan sobre todo a elementos de cerramientos de fachada o cubierta, pero que también pueden afectar a las estructuras cuando no se prevén las juntas de dilatación.

❖ **Fisuras:** son aberturas longitudinales que afectan a la superficie o al acabado de un elemento constructivo. Aunque su sintomatología es similar a la de las grietas, su origen evolución es distinto y en algunos casos se consideran etapa previa a la aparición de las grietas. Es el caso del concreto armado, que gracias a su armadura tiene capacidad para retener los movimientos deformantes y lograr que sean fisuras lo que en el caso de una fábrica acabaría siendo una grieta. Las fisuras se subdividen en dos grupos: reflejo del soporte e inherente al acabado.

Reflejo del soporte: es la fisura se produce sobre el soporte cuando se da una discontinuidad constructiva, por una falta de adherencia o por deformación, el soporte es sometido a un movimiento que no puede resistir.

Inherente al acabado: en este caso la fisura se produce por movimientos de dilatación- contracción, en el caso de los chapados y de los alicatados, y por retracción, en el caso de morteros.

En la figura 3.9 se observa un caso de asentamiento diferencial de una zapata estructural porticada en el que el muro de cerramiento presenta un esquema característico de fisuración y en la figura 3.10 se puede verificar una grieta por asentamiento de un muro, en el que una parte de la grieta no ha cedido con respecto a la otra.

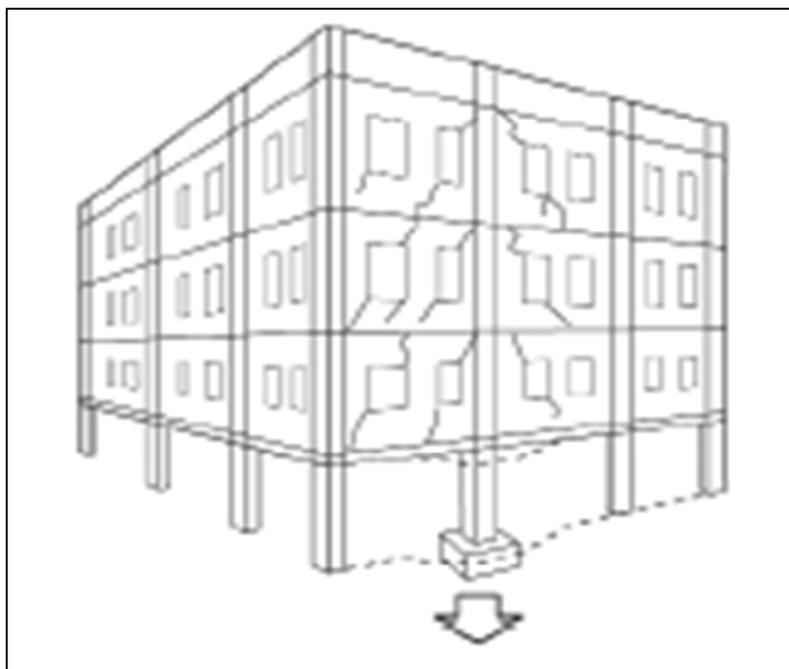


Figura 3.9 Asentamiento diferencial de una zapata porticada.
(Enciclopedia Broto)



Figura 3.10 Grieta por asentamiento diferencial de un muro.

La parte derecha de la grieta ha descendido con respecto a la otra. Enciclopedia Broto).

❖ Desprendimientos: es la separación entre un material de acabado y el soporte al que está aplicado por falta de adherencia entre ambos, y suele producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas. Los desprendimientos afectan tanto a lo acabados continuos como a los acabados por elementos, a los que hay que prestar una atención especial porque representan un peligro para la seguridad del viandante.

❖ Erosiones mecánicas: son las pérdidas de material superficial debidas a esfuerzos mecánicos, como golpes o rozaduras. Aunque normalmente se producen en el pavimento, también pueden aparecer erosiones en las partes bajas de fachadas y tabiques, e incluso en las partes altas y cornisas, debido a las partículas que transporta el viento.

3.2.4.2 Lesiones químicas: son las lesiones que se producen a partir de un proceso patológico de carácter químico, y aunque éste no tiene relación alguna con los restantes procesos patológicos y sus lesiones correspondientes, su sintomatología en muchas ocasiones se confunde.

El origen de las lesiones químicas suele ser la presencia de sales, ácidos o álcalis que reaccionan provocando descomposiciones que afectan a la integridad del material y reducen su durabilidad. Este tipo de lesiones se subdividen en cuatro grupos diferenciados: eflorescencias, oxidaciones y corrosiones, organismos y erosiones.

❖ Eflorescencias: se trata de un proceso patológico que suele tener como causa directa previa la aparición de humedad. Los materiales contienen sales solubles

y éstas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalizan en la superficie del material. Esta cristalización suele presentar formas geométricas que recuerdan a flores y que varían dependiendo del tipo de cristal. Presentan dos variantes:

Sales cristalizadas que no proceden del material: sobre el que se encuentra la eflorescencia sino de otros materiales situados detrás o adyacentes a él. Este tipo de eflorescencia es muy común encontrarla sobre morteros protegidos o unidos por ladrillos de los que proceden las sales.

Sales cristalizadas bajo la superficie del material: en vacíos, que a la larga acabarán desprendiéndose. Este tipo de eflorescencias se denomina criptoflorescencias.

❖ Oxidaciones y corrosiones: son un conjunto de transformaciones moleculares que tiene como consecuencia la pérdida de material en la superficie de metales como el hierro y el acero. Sus procesos patológicos son químicamente diferentes, pero se consideran un solo grupo porque son prácticamente simultáneos y tienen una sintomatología muy similar.

Oxidación: es la transformación de los metales en óxido al entrar en contacto con el oxígeno. La superficie del metal puro o en aleación tiende a transformarse en óxido que es químicamente más estable, y de este modo protege al resto del metal de la acción del oxígeno.

Corrosión: es la pérdida progresiva de partículas de la superficie del metal. Este proceso se debe a la acción de una pila electroquímica en la cual el metal actuará como ánodo o polo negativo y perderá electrones a favor del cátodo o polo positivo.

Según el tipo de pila que encontremos, podemos diferenciar distintos tipos de corrosión.

❖ Organismos: tanto los organismos animales como vegetales pueden llegar a afectar a la superficie de los materiales. Su proceso patológico es fundamentalmente químico, puesto que segregan sustancias que alteran la estructura química del material donde se alojan, pero también afectan al material en su estructura física. Entre los organismos podemos diferenciar dos grupos, animales y vegetales:

Animales: suelen afectar, y en muchas ocasiones deteriorar, los materiales constructivos con, sobre todo, los insectos que a menudo se alojan en el interior del material y se alimentan de éste, pero también los considerados animales de peso, como las aves o pequeños mamíferos que causan principalmente lesiones erosivas.

Plantas: entre las que pueden afectar a los materiales constructivos se encuentran las de porte, que causan lesiones debido a su peso o a la acción de sus raíces, pero también las plantas microscópicas, que causan lesiones mediante ataques químicos. Las plantas microscópicas se subdividen a su vez en: mohos que se encuentran, casi siempre, en los materiales porosos, donde desprenden sustancias químicas que producen cambios de color, de olor, de aspecto y a veces incluso erosiones; y en hongos, que atacan normalmente a la madera y pueden llegar incluso a acabar destruyéndola por completo.

❖ Erosiones: las de tipo químico son aquellas que, a causa de la reacción química de sus componentes con otras sustancias, producen transformaciones moleculares en la superficie de los materiales pétreos.

3.2.5 Causas de la lesión

Si la lesión es la que origina el proceso patológico, la causa es el primer objeto de estudio porque es el verdadero origen de las lesiones. Un proceso patológico no se resolverá hasta que no sea anulada la causa. Cuando únicamente nos limitamos a resolver la lesión, descartando la causa, la lesión acabará apareciendo de nuevo.

Una lesión puede tener una o varias causas por lo que es imprescindible su identificación y un estudio tipológico de las mismas. Las causas se dividen en dos grandes grupos: directas e indirectas.

3.2.5.1 Directas: cuando son el origen inmediato del proceso patológico, como los esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, entre otros.

3.2.5.2 Indirectas: cuando se trata de errores y defectos de diseño o ejecución. Son las que primero se deben tener en cuenta a la hora de prevenir.

3.2.6 Intervenciones sobre las lesiones

3.2.6.1 Reparación: la reparación es un conjunto de actuaciones, como demoliciones, saneamientos y aplicación de nuevos materiales, destinado a recuperar el estado constructivo y devolver a la unidad lesionada su funcionalidad arquitectónica original. Sólo comenzaremos el proceso de reparación una vez descrito el proceso patológico, con su origen o causa y la evolución de la lesión. Si el proceso patológico se ha descubierto a tiempo, bastará la simple aplicación de productos con una misión protectora, pero en algunas ocasiones la reparación implicará la demolición o sustitución total o parcial de la unidad constructiva en la que se encuentra el foco de la lesión.

En cualquier caso la reparación se compone siempre de dos fases claramente diferenciadas: primero se debe actuar sobre la causa o causas origen del proceso, y una vez detectadas y solucionadas éstas, se actuará sobre las lesiones. No se puede invertir el orden de la actuación ni actuar sólo sobre la lesión, porque de este modo la causa seguirá actuando y no podremos evitar que la lesión vuelva a aparecer. Para aplicar las técnicas reparadoras adecuadas es imprescindible tener en cuenta no solo lo comentado anteriormente, sino también que un elemento constructivo dañado no es individual, sino que forma parte de todo el conjunto constructivo del edificio y que una actuación sobre este elemento afectará en mayor o menor medida a toda la unidad constructiva. Otra cuestión importante a considerar es la compatibilidad entre los materiales existentes en el edificio y el comportamiento de los nuevos materiales que se añadirán.

Para que todas estas cuestiones queden cubiertas es necesario seguir un proceso ordenado y progresivo a la hora de reparar cualquier elemento constructivo. Este procedimiento consta de tres etapas:

- ❖ La primera etapa de información previa, consistirá en una toma de datos para conseguir una definición física lo más desarrollada posible del elemento a reparar. Nos va a permitir conseguir una visión general para evaluar el estado de la unidad dañada.

- ❖ La segunda etapa de reconocimiento va a establecer los daños existentes, ubicación, forma, cuantificación, entre otros.

- ❖ La tercera etapa es la de diagnóstico. Mediante el análisis de los datos obtenidos se tomará la decisión puramente técnica del nivel de actuación que se recomienda llevar a cabo.

3.2.6.2 Restauración: cuando la reparación se centra en un elemento concreto o en un objeto de decoración hablamos de restauración. La restauración entraña una gran dificultad para resultar coherente con el valor del edificio entendido como una entidad individual, tanto desde el aspecto arquitectónico, histórico y artístico, que permita la transmisión de sus valores a la posteridad. Es por ello que, antes de intervenir en un edificio histórico, debemos tener siempre presente cinco puntos básicos: la intervención debe ser la mínima posible; debe respetar la antigüedad de los elementos constructivos; diferenciar lo existente que aún se encuentra en buen estado de las zonas degradadas y no aplicar reglas generales, sino específicas para cada intervención.

Hay que tener siempre en cuenta que la restauración no se limita a operaciones destinadas a conservar solo los aspectos formales del edificio, sino que se extiende a la conservación sustancial de las características del conjunto arquitectónico completo y todos los elementos que lo componen para definir esas características. Para salvaguardar la conservación de estos aspectos formales es necesario la realización de un proyecto de restauración que deberá ir precedido de un exhaustivo estudio sobre el conjunto arquitectónico, elaborado desde los distintos puntos de vista relativos a la obra original así como a las posibles adiciones o modificaciones.

El proyecto se basará en una completa observación gráfica y fotográfica interpretada también bajo el aspecto metrológico, de los trazados regulares y de los sistemas proporcionales, y comprenderá un cuidadoso estudio específico para la verificación de las condiciones de estabilidad.

3.2.6.3 Rehabilitación: la rehabilitación comprende una serie de posibles fases: un proyecto arquitectónico para nuevos usos; un estudio patológico con diagnósticos parciales; reparaciones de las diferentes unidades constructivas dañadas, y una restauración de los distintos elementos y objetos individuales. Tanto en la reparación

como en la restauración y rehabilitación se trabajará siempre con un anteproyecto de actuación que debe ser profundo y minucioso y en el cual debe realizarse un estudio de cada uno de los elementos objeto de la intervención. Es indispensable incluir una investigación histórica y técnica, una diagnosis de daños y sus causas, y un proyecto de intervención general.

El análisis histórico y técnico nos permite estar al tanto de los distintos acontecimientos que se han producido en la vida del edificio y, sobre todo, conocer las distintas actuaciones que han tenido lugar con anterioridad a la intervención.

La diagnosis de daños y causas debe incluir un plano actual, pero apoyado en el primitivo mediante un sistema de fonometría para ubicar las distintas anomalías detectadas, comparar las propiedades de los materiales de las zonas dañadas y de las sanas, estudiar la evolución de los materiales, y analizar la influencia del clima y de los agentes contaminantes sobre los distintos materiales. Las causas que originan las lesiones se han tratado en el punto anterior, sin embargo es conveniente apuntar determinadas causas concretas que posiblemente encontraremos a la hora de restaurar monumentos históricos. Debido al tiempo de ejecución de los monumentos, que a veces era muy extenso, los materiales empleados no siempre eran los mismos, y por lo tanto también variaban sus características físicas, lo que a la larga provocaba una degradación muy variable de unas zonas a otras del mismo monumento.

En los edificios antiguos, debido a la falta de ventilación, se produce casi siempre el problema de la condensación porque las paredes están más frías que el aire interior, y la humedad relativa suele superar el 70 %. Esta humedad se va a localizar sobre todo en zonas sin circulación de aire, como las esquinas, antepechos de ventanas y bajo los muebles y cuadros.

Los cambios y las transformaciones efectuadas a lo largo de los años en el edificio, y en general las acciones humanas, resultan agresivas para cualquier material.

Debido a las distintas necesidades de cada época, se van agregando nuevas instalaciones que generan un exceso de carga que no existía en el edificio en su origen.

3.2.6.4 Prevención: el estudio de los procesos patológicos y , sobre todo de sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos. En la prevención habrá que considerar, sobre todo, la eliminación de las causas indirectas, que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como al mantenimiento.

3.2.7 Acero

Acero es una aleación de hierro y carbono que contiene otros elementos de aleación, los cuales le confieren propiedades mecánicas específicas para su utilización en la industria metalmeccánica. Aunque el Carbono es el elemento básico a añadir al Hierro, los otros elementos, según su porcentaje, ofrecen características específicas para determinadas aplicaciones, como herramientas, cuchillas, soportes, etc.

3.2.7.1 Características mecánicas y tecnológicas del acero: aunque es difícil establecer las propiedades físicas y mecánicas del acero debido a que estas varían con los ajustes en su composición y los diversos tratamientos térmicos, químicos o mecánicos, con los que pueden conseguirse aceros con combinaciones de características adecuadas para infinidad de aplicaciones, se pueden citar algunas propiedades genéricas:

1. Su densidad media es de 7850 kg/m³.

2. En función de la temperatura el acero se puede contraer, dilatar o fundir.
3. El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación. El de su componente principal, el hierro es de alrededor de 1510 °C, sin embargo el acero presenta frecuentemente temperaturas de fusión de alrededor de 1375 °C (2500 °F). Por otra parte el acero rápido funde a 1650°C.
4. Su punto de ebullición es de alrededor de 3000 °C (5400°F).
5. Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas.
6. Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres.
7. Es maleable. Se pueden obtener láminas delgadas llamadas hojalata. La hojalata es una lamina de acero, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor, recubierta, generalmente de forma electrolítica, por estaño.
8. Permite una buena mecanización en máquinas y herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
9. Algunas composiciones y formas del acero mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico.
10. La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos entre los cuales quizá el más conocido sea el templado, aplicable a aceros con alto contenido en

carbono, que permite, cuando es superficial, conservar un núcleo tenaz en la pieza que evite fracturas frágiles.

11. Se puede soldar con facilidad.

12. La corrosión es la mayor desventaja de los aceros ya que el hierro se oxida con suma facilidad incrementando su volumen y provocando grietas superficiales que posibilitan el progreso de la oxidación hasta que se consume la pieza por completo. Tradicionalmente los aceros se han venido protegiendo mediante tratamiento superficiales diversos. Si bien existen aleaciones con resistencia a la corrosión mejorada como los aceros de construcción «corten» aptos para intemperie (en ciertos ambientes) o los aceros inoxidable.

13. Posee una alta conductividad eléctrica. Aunque depende de su composición es aproximadamente de $3 \cdot 10^6 \text{ S m}^{-1}$. En las líneas aéreas de alta tensión se utilizan con frecuencia conductores de aluminio con alma de acero proporcionando éste último la resistencia mecánica necesaria para incrementar los vanos entre la torres y optimizar el coste de la instalación.

14. Se utiliza para la fabricación de imanes permanentes artificiales, ya que una pieza de acero imantada no pierde su imantación si no se la calienta hasta cierta temperatura. La magnetización artificial se hace por contacto, inducción o mediante procedimientos eléctricos. En lo que respecta al acero inoxidable, al acero inoxidable ferrítico sí se le pega el imán, pero al acero inoxidable auténtico no se le pega el imán debido a que en su composición hay un alto porcentaje de cromo y níquel.

15. Un aumento de la temperatura en un elemento de acero provoca un aumento en la longitud del mismo. Este aumento en la longitud puede valorarse por la expresión: $\delta L = \alpha \delta t^\circ L$, siendo α el coeficiente de dilatación, que para el acero vale

aproximadamente $1,2 \cdot 10^{-5}$ (es decir $\alpha = 0,000012$). Si existe libertad de dilatación no se plantean grandes problemas subsidiarios, pero si esta dilatación está impedida en mayor o menor grado por el resto de los componentes de la estructura, aparecen esfuerzos complementarios que hay que tener en cuenta. El acero se dilata y se contrae según un coeficiente de dilatación similar al coeficiente de dilatación del hormigón, por lo que resulta muy útil su uso simultáneo en la construcción, formando un material compuesto que se denomina hormigón armado. El acero da una falsa sensación de seguridad al ser incombustible, pero sus propiedades mecánicas fundamentales se ven gravemente afectadas por las altas temperaturas que pueden alcanzar los perfiles en el transcurso de un incendio.

En muchas regiones, el acero es de gran importancia a la dinámica de la población, industria y comercio.

3.2.8 Patologías en elementos metálicos

Las propiedades físicas y químicas de los metales, consecuencia de su estructura atómica y molecular, sumada a lo sencillo que resulta su manipulación y unión mediante soldadura, han extendido su uso en el campo de la construcción.

Sin embargo, y en particular dentro del grupo de los metales ferrosos, ciertas características químicas como la corrosión pueden incidir de manera negativa. En consecuencia, es indispensable conocer las propiedades de los metales para elegir el más adecuado en función de su destino.

Los metales presentan una estructura cristalina donde cada grano constituye un cristal, formado a partir de un núcleo, que crece en todas direcciones hasta encontrarse con el límite de los granos adyacentes. Dicha unidad se constituye de iones rodeados por electrones de valencia que pueden desplazarse por toda la

estructura metálica a gran velocidad, haciéndolo más de prisa cuanto más alta sea la temperatura.

Esta disposición explica la alta conductividad térmica y eléctrica, la ductilidad y la maleabilidad, cualidades que favorecen el deslizamiento de una capa de iones sobre otra, manteniendo la misma ordenación.

Los metales ofrecen una notable dilatabilidad térmica (facultad de aumentar sus dimensiones por efecto del calor) expresada mediante coeficientes de dilatación lineal, superficial o cúbica al incrementar en 1 °C la temperatura de la unidad respectiva. Esta característica se ha de considerar a la hora de utilizarlos, ya sea en estructuras o en elementos auxiliares, porque puede generar tensiones importantes que resulten en torceduras y rupturas.

Ha sido largamente estudiado el comportamiento mecánico de las barras metálicas que se someten a esfuerzos y se puede decir que, en líneas generales, los metales son los materiales que mejor se adaptan, en el período elástico, a la Ley de Hooke.

A diferencia de cuando se trabajan los metales en caliente, caso en el que se afina la estructura granular, el trabajo en frío distorsiona la estructura y la vuelve más resistente.

3.2.8.1 Metales ferrosos: los metales ferrosos son aquellos que contienen hierro en cantidades importantes. En general, los metales ferrosos ordinarios tienen un coste menor que los no ferrosos. La producción del hierro cubre casi el 90 % de la del conjunto de metales y se trata, sin duda, del material que introdujo los cambios más notables en la construcción. Sumamente dúctil, tenaz y maleable, carece no obstante de elasticidad.

Si se encuentra en estado puro, el hierro puede ser fácilmente atacado por los ácidos diluidos y oxidarse en contacto con el aire y el vapor de agua. Es ferromagnético y la porosidad del hidróxido lo hace muy vulnerable a la corrosión. En consecuencia, la baja resistencia, baja dureza y la facilidad con la que adquiere deformaciones plásticas no lo hacen apto para la aplicación en construcción.

Pero todos los metales ferrosos que se utilizan contienen carbono, que se combina con el hierro para dar el carburo de hierro (llamado cementita) duro y frágil.

3.2.8.2 Tipos de metales ferrosos: al clasificar los metales ferrosos en función de su contenido de carbono, nos encontramos con:

❖ Hierro colado o fundición: su contenido de carbono, que aparece en forma de granito y determina las propiedades del metal, puede variar entre 2 y 6 % y presentar pequeñas cantidades de silicio y manganeso y, como impurezas, fósforo y azufre. las fundiciones pueden ser gris o laminar (gran resistencia a la fatiga y corrosión y buena conductividad térmica), gris nodular o esferoidal (gran resistencia a la ruptura, resiliencia y límite elástico elevado) y blanca (frágil, no admite fácilmente la mecanización). la fundición suele dar una fractura cristalina de color gris oscuro y, si se la golpea, un sonido apagado. Al formar un revestimiento de óxido bien adherido y por lo general precisar de secciones con gruesos importantes, su

resistencia a la corrosión es considerablemente mejor que la del acero suave y la del hierro pudelado.

❖ Acero: constituido por una mezcla de hierro y carbono, que le confiere diversas propiedades según su contenido, que puede oscilar entre 0,005 y 1,7 %.

Se obtiene de la fundición de primera fusión en los altos hornos, sacándole las impurezas (sobre todo azufre y fósforo) y ajustando la proporción de sus componentes. Presenta una resistencia mecánica alta y un costo razonable; en cambio, su comportamiento ante el fuego es problemático.

Con respecto a los aceros ordinarios, su resistencia a la corrosión es baja. Si bien todos los aceros contienen alguna proporción de carbono, se suele hacer la distinción entre aceros al carbono y aceros aleados o especiales. Y, por otro lado, también es posible clasificarlos en función del uso que se les destina en construcción, caso en el que se habla de aceros estructurales, aceros en plancha y aceros aleados o especiales.

Aceros estructurales: los más utilizados en jácenas, pilares, vigas de celosía y entramados tridimensionales. Las barras corrugadas para estructuras de hormigón armado, sin exigencia de soldabilidad.

Aceros en planchas: reciben este nombre siempre que su grueso no supere los 3 mm. Si las planchas carecen de revestimiento protector y se instalan en el exterior hay que galvanizarlas para lograr una buena durabilidad. Su uso es frecuente en revestimientos de muros y cubiertas, paneles de fachadas ligeras y muros cortina, particiones y pavimentos desmontables y en muebles de producción industrial.

Aceros aleados o especiales: contienen más de un 5 % de elementos aleados que además de mejorar sus cualidades les confieren mayor resistencia mecánica y a la corrosión. Dentro de este grupo se encuentran los aceros inoxidable, obtenidos por aleación de acero (hierro y carbono) y cromo (en ocasiones níquel, tungsteno y manganeso, entre otros) y los aceros tipo Cortén.

3.2.8.3 Metales no ferrosos: los metales no ferrosos son aquellos que no contienen hierro o, por lo menos, no lo contienen como principal componente. En general, los metales no ferrosos tienen un coste mayor que los ferrosos debido a su menor volumen de fabricación y a que su uso está todavía en expansión.

❖ Cobre: la resistencia a la corrosión, entre otras propiedades, es uno de los motivos que hacen del cobre un elemento requerido para diversas aplicaciones, siendo gran parte de su producción destinada a las aleaciones. Dentro de la construcción, los tipos de cobre más utilizados tienen una pureza superior al 99 %.

En este punto, entonces, veremos las técnicas de fabricación y conformación de los principales metales no ferrosos utilizados en la construcción, como así también sus propiedades principales.

Cobre desoxidado: destinado a instalaciones de agua y gas y a proyectos de ingeniería en general.

Cobre refinado térmico: utilizado en planchas para revestimientos y cubiertas. Si bien contiene pequeñas cantidades de impurezas, ofrece mayor resistencia mecánica y a la corrosión atmosférica y mayor conductividad térmica y eléctrica que el cobre desoxidado.

Cobre electrolítico de alta conductividad: se usa en conductores eléctricos.

Entre las propiedades fundamentales del cobre, debemos señalar que suele ser muy resistente a los agentes corrosivos y al agua de mar pero que, no obstante, puede ser atacado por ácidos inorgánicos fuertes y por el amoníaco. Si el agua tiene proporciones elevadas de dióxido de carbono libre, lo disuelve.

Además, el agua que se escurre por cubiertas de cobre puede llegar a atacar los materiales adyacentes, inhibir el crecimiento de líquenes y provocar incluso la aparición de corrosión en otros metales. Las aleaciones de cobre (que como ya indicamos es bajo la forma en que más se comercializa el cobre), se pueden unir por cualquiera de los sistemas de soldadura indicados para el cobre y presentan resistencias a la corrosión y conductividad térmica y eléctrica elevadas. Si se llegara a producir un oscurecimiento por exposición al aire de estas aleaciones, se puede evitar aplicando encerados y barnices.

❖ Latones: son aleaciones de cobre con un 50 % de zinc como máximo, ya que a partir de dicho porcentaje aparece un constituyente no metálico y la aleaciones resultan frágiles.

Además, pueden aparecer pequeñas cantidades de otros metales como plomo, estaño, aluminio y silicio. Los latones binarios (cobre y zinc) presentan propiedades diferentes en función del contenido de zinc.

El zinc aumenta la fusibilidad, facilidad de moldeo y resistencia mecánica del latón. Si se trata de latones industriales con porcentajes inferiores al 40 %, no sólo presentan las propiedades esenciales del cobre sino que además su coste es menor y son muy fáciles de trabajar. Menos resistentes que el cobre a la acción de los agentes atmosféricos, resisten mal a la acción de los ácidos sulfúrico y clorhídrico; sin embargo, lo hacen muy bien ante el agua (incluida el agua de mar) y el vapor recalentado.

Poseen mejores propiedades físicas que el cobre y mejor resistencia al ataque por cavitación, por lo que se emplean más que éste para tubos de condensación. En líneas generales, los latones pueden corroerse por descincificación, formación de picaduras o agrietamiento por corrosión bajo tensión, variando esta tendencia de acuerdo con el contenido de zinc –excepto en el caso de las picaduras, que suelen producirse por una aireación diferencial o elevada velocidad.

❖ Bronces: los bronces son aleaciones de cobre más resistente a la corrosión pero a la vez sensible a las sustancias que atacan los latones binarios. Se comportan muy bien frente al agua, incluso la de mar, y en aire húmedo se recubren de una pátina verdosa.

El bronce ordinario o bronce propiamente dicho es una aleación de cobre y estaño donde el contenido de este último puede variar del 2 al 20 %. Se destina para muchas aplicaciones gracias a sus buenas cualidades para el rozamiento, su excelente moldeabilidad y resistencia a la corrosión y su buen aspecto y sonoridad. Con mayores contenidos de estaño es posible obtener bronces especiales como el bronce de campanas. El bronce de zinc tiene aproximadamente las mismas propiedades y usos que los latones binarios.

❖ Níquel: se trata de un metal de color blanco plata con una elevada resistencia a la corrosión y a la mayoría ácidos. Es duro, puede recibir un bello pulido y utiliza en recubrimientos de otros metales, en aleaciones y en la industria química.

❖ Estaño: con una excelente resistencia a la corrosión, este metal se usa como revestimiento sobre acero (lata) soldaduras y, junto con bronce y plomo, en la fabricación de soportes y fijaciones.

❖ Cromo: se destaca por su resistencia a la corrosión y es muy duro y difícil de rayar. Se aplica en la obtención de acero inoxidable, en recubrimientos y en otras aleaciones resistentes a la corrosión.

❖ Magnesio: se trata del metal más activo de la serie electroquímica entre los destinados a las aplicaciones estructurales. Tiene una baja densidad (1,7 g/cm³) que lo vuelve muy útil y si se expone al agua se pasiva. Su resistencia a la corrosión depende de la pureza del metal. El magnesio obtenido por destilación se corroe en agua de mar a la velocidad de 0,25 mm por año (alrededor de dos veces la velocidad para el hierro), pero la calidad del magnesio que se comercializa se corroe en una velocidad 100 a 500 veces mayor debido a las impurezas que presenta.

❖ Zinc: metal de uso creciente, se obtiene por electrólisis o por procesos térmicos de minerales que lo contienen (sulfuros y carbonatos). Su superficie –en principio brillante– expuesta a la acción de atmósferas normales logra una capa adherida y protectora de carbonato de zinc.

Si bien tiene una buena resistencia a las atmósferas marinas, aquellas contaminadas con óxidos de azufre lo atacan lentamente.

Su coeficiente de dilatación térmica es relativamente alto: ante un incremento de temperatura de unos 50 °C una pieza de 1 m de longitud se alarga cerca de 26 milímetros.

❖ Plomo: es el metal más suave y uno de los más durables entre los empleados en construcción. Su alto coeficiente lineal de dilatación térmica y la baja resistencia a la fatiga pueden permitir rupturas si el movimiento queda restringido. Por lo general no es atacado electrolíticamente por otros metales; resiste los ácidos inorgánicos en grados diversos según su concentración y temperatura pero puede ser

atacado, sin embargo, por algunos ácidos orgánicos (ácido acético y ácidos producidos por maderas como roble y haya o por líquenes). Si el agua contiene ácidos orgánicos o dióxido de carbono el plomo se disuelve y una proporción de más de 0,1 mg/l de plomo en agua resulta peligrosa para la salud.

❖ Titanio: el titanio es un material que presenta una excelente combinación de propiedades: en estado puro tiene densidad baja (4,5 g/cm³), temperatura de fusión elevada (1.668 °C) y un módulo elástico de 107.000 Mpa. A su vez, sus aleaciones resultan en extremo resistente, dúctiles y mecanizables. Tienen una alta resistencia a la corrosión a temperatura ambiente y suelen ser inmunes a ambientes atmosféricos y marinos, así como a diversos medios empleados en la industria química.

El titanio y sus aleaciones son principalmente utilizados en el campo de la ingeniería. Un 20 % del titanio metal se emplea sin alea y un 50 % es destinado para la aleación Ti-6Al-4V. El 80 % del titanio metal lo consume la industria aeroespacial.

3.2.8.4 Factores que favorecen la corrosión: los principales factores que intervienen en el proceso de la corrosión son las aguas, ácidos, sales, álcalis y algunos factores de diseño, de construcción y solicitaciones. La figura 3.6 muestra el proceso de la corrosión en una barra de acero.

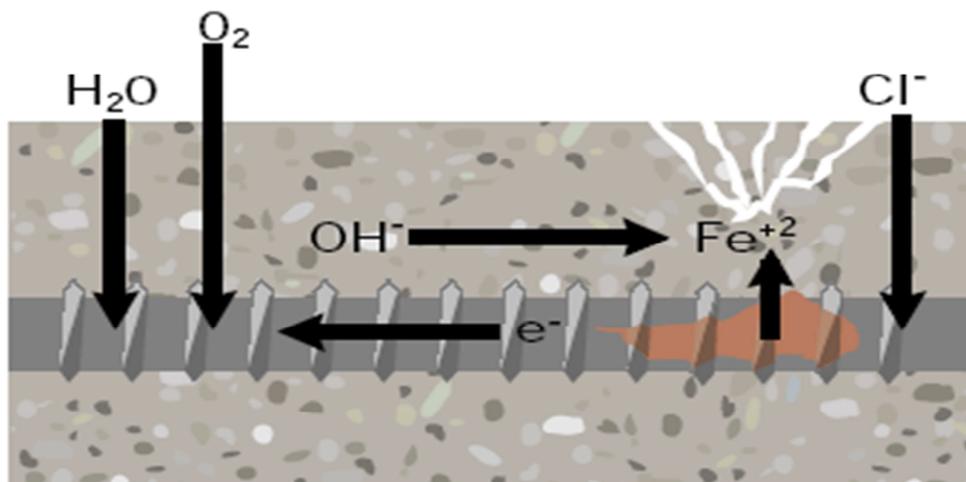


Figura 3.11 Proceso de corrosión (www.Construction Chemicals.Com)

❖ Aguas: las duras pueden tener más de 50mg/l de iones de calcio y magnesio e incluso las limpias contienen impurezas minerales, oxígeno y dióxido de carbono disueltos. A menos que haya partículas extrañas que impidan su adherencia, los depósitos de carbonatos (combinados con productos de la Corrosión) pueden formar una capa a menudo protectora. Por otra parte, las aguas ácidas o alcalinas con un alto contenido de cloruros provocan el descincado de algunos tipos de latones (disolución local del latón y precipitación de cobre como masa esponjosa y sin resistencia).

❖ Ácidos: pueden provenir del agua de lluvia (CO_2), de algunos terrenos y enyesados y de ciertas maderas (roble, tuyas, castaño), algas y musgos. Los baños de aguas ácidas pueden incluso perforar metales muy durables como cobre y plomo.

❖ Sales: tienen la propiedad, en muchos casos, de ayudar en la creación de una capa protectora e inhibidora de la corrosión. No obstante, el agua de terrenos encharcados con ácidos orgánicos o sales inorgánicas, pueden disolver el cobre y plomo de tubos y caños. En otra situación, si se quiere impedir la corrosión de las

barras de acero de hormigón armado, las adiciones al cemento Pórtland de cloruro cálcico, como acelerador de fragüe, no deberían superar el 2 % del peso del cemento.

❖ Álcalis: el hidróxido de sodio y de potasio liberados por el cemento Pórtland son muy perjudiciales para el zinc, el aluminio y el plomo (en condiciones húmedas); no obstante, no afectan al cobre y protegen de la corrosión a los materiales ferrosos embebidos en hormigón rico en cemento. La cal aérea, por su parte, mientras no es carbonatada protege los metales ferrosos pero puede atacar al aluminio y ser ligeramente corrosivo para el plomo y el zinc.

❖ Factores de diseño, construcción y solicitud: lamentablemente, en las fases de diseño de una construcción a veces se olvida el hecho de que cualquier superficie que favorece la acumulación de agua y contaminantes atmosféricos representa un foco de corrosión prematura. Se recomienda, entonces, dar a las superficies una pequeña inclinación para facilitar la evacuación del agua, distribuir orificios de drenaje, prever un espacio suficiente entre los elementos para preparar las superficies y pintarlas y evitar rincones donde el agua y los contaminantes puedan quedar retenidos. Con respecto a las deformaciones, conviene añadir que aquellas zonas que han experimentado problemas de este tipo tienden a actuar como ánodos y a ser más proclives a la corrosión (corrosión bajo tensión) que suele aparecer prematuramente en bordes, cantos vivos y zonas de dobleces, lo que hay que tener en cuenta al diseñar la estructura y al especificar la protección anticorrosiva.

3.2.8.5 Causas mecánicas de las lesiones en elementos metálicos: los motivos de origen mecánico de alteración y deterioro de los materiales incluyen movimientos, deformaciones y rupturas. Con respecto a los movimientos, estos pueden ser causados por:

❖ Cargas externas directas: sobre la estructura u otros elementos.

- ❖ Cargas indirectas: (cambios de temperatura o humedad), que si se restringe el movimiento de las piezas, provocan serias deformaciones.

- ❖ Desplazamiento de la estructura: por alteraciones en los terrenos de fundación.

La figura 3.12 presenta algunas alternativas para minimizar los riesgos de corrosión.

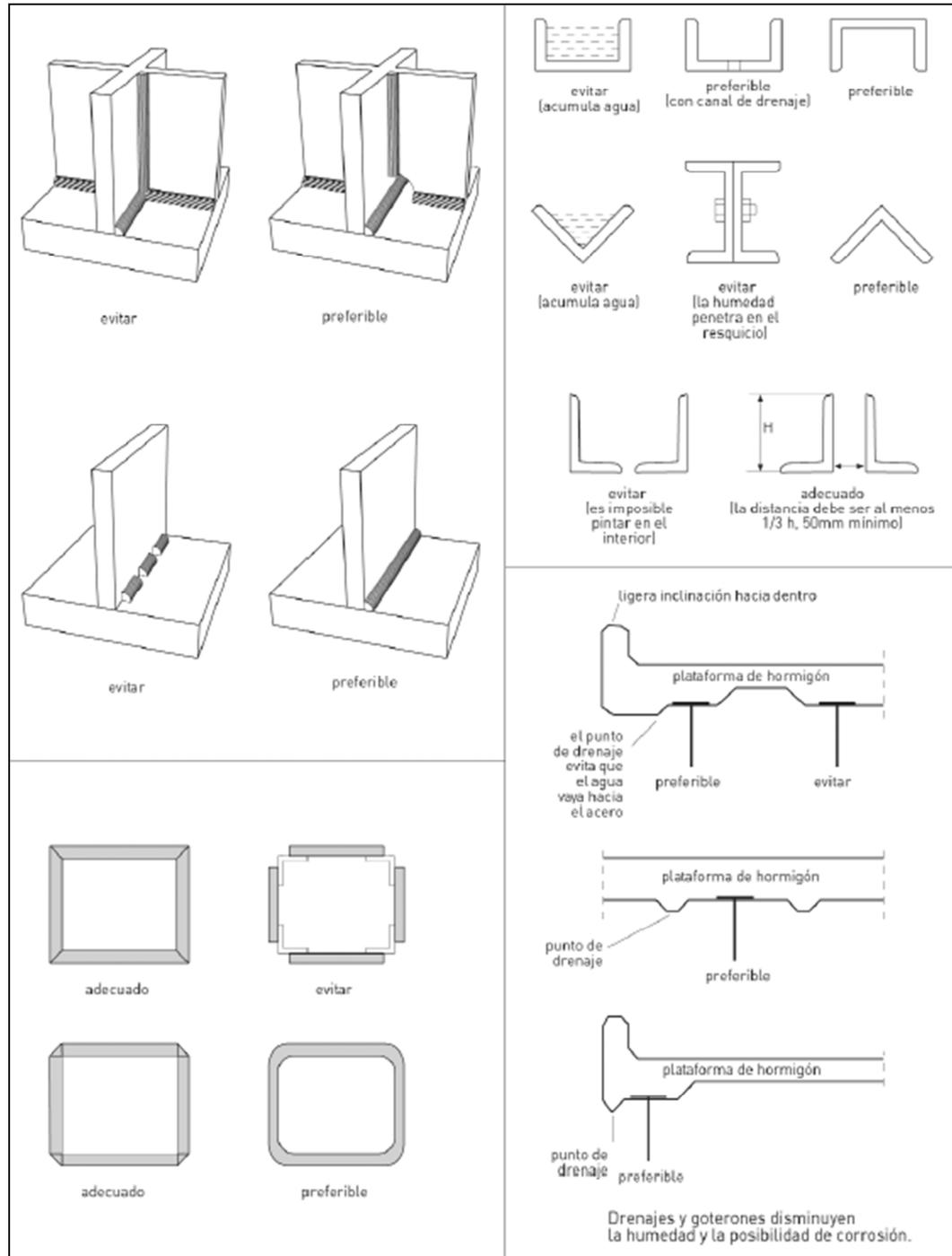


Figura 3.12 Ubicación, uniones, diseños y soldaduras preferibles en elementos mecánicos para minimizar el riesgo de corrosión (Enciclopedia Broto)

3.2.9 Tratamiento del acero ante la corrosión

3.2.9.1 Tratamientos superficiales: debido a la facilidad que tiene el acero para oxidarse cuando entra en contacto con la atmósfera o con el agua, es necesario y conveniente proteger la superficie de los componentes de acero para protegerles de la oxidación y corrosión. Muchos tratamientos superficiales están muy relacionados con aspectos embellecedores y decorativos de los metales.

Los tratamientos superficiales más usados son los siguientes:

- ❖ Cincado: tratamiento superficial antioxidante por proceso electrolítico al que se somete a diferentes componentes metálicos.
- ❖ Cromado: recubrimiento superficial para proteger de la oxidación y embellecer.
- ❖ Galvanizado: tratamiento superficial que se da a la chapa de acero.
- ❖ Niquelado: baño de níquel con el que se protege un metal de la oxidación.
- ❖ Pavonado: tratamiento superficial que se da a piezas pequeñas de acero, como la tornillería.
- ❖ Pintura: usado especialmente en estructuras, automóviles, barcos, entre otros.

3.2.9.2 Tratamientos térmicos: un proceso de tratamiento térmico adecuado permite aumentar significativamente las propiedades mecánicas de dureza, tenacidad y resistencia mecánica del acero. Los tratamientos térmicos cambian la microestructura

del material, con lo que las propiedades macroscópicas del acero también son alteradas. Los tratamientos térmicos que pueden aplicarse al acero son: a) Temple, b) Cementación, c) Nitruración, d) Revenido, e) Recocido, f) Cianuración y g) Normalizado.

Entre los factores que afectan a los procesos de tratamiento térmico del acero se encuentran la temperatura y el tiempo durante el que se expone a dichas condiciones al material. Otro factor determinante es la forma en la que el acero vuelve a la temperatura ambiente. El enfriamiento del proceso puede incluir su inmersión en aceite o el uso del aire como refrigerante. El método del tratamiento térmico, incluyendo su enfriamiento, influye en que el acero tome sus propiedades comerciales. Según ese método, en algunos sistemas de clasificación, se le asigna un prefijo indicativo del tipo. Por ejemplo, el acero O-1, o A2, A6 (o S7) donde la letra "O" es indicativo del uso de aceite (del inglés: oil quenched), y "A" es la inicial de aire; el prefijo "S" es indicativo que el acero ha sido tratado y considerado resistente al golpeo (Shock resistant).

3.2.10 Concreto

Se conoce como concreto a la mezcla de áridos, agua y cemento portland, la cual después de un proceso químico da como resultado una piedra artificial.

3.2.10.1 Componentes del concreto armado: los componentes del concreto son cemento, agregados grueso y fino, agua y aditivos.

❖ **Cemento:** en ingeniería civil y construcción se denomina cemento a un aglomerante hidráulico que, mezclado con agregados pétreos (árido grueso o grava más árido fino o arena) y agua, crea una mezcla uniforme, manejable y plástica capaz de fraguar y endurecer al reaccionar con el agua y adquiriendo por ello consistencia

pétreo, el hormigón o concreto. Su uso está muy generalizado, siendo su principal función la de aglomerante.

En el proceso de fabricación: existe una gran variedad de cementos según la materia prima base y los procesos utilizados para producirlo, que se clasifican en procesos de vía seca y procesos de vía húmeda.

El proceso de fabricación del cemento comprende cuatro etapas principales: a) extracción y molienda de la materia prima, b) homogeneización de la materia prima, c) producción del Clinker y d) molienda de cemento.

La materia prima para la elaboración del cemento (caliza, arcilla, arena, mineral de hierro y yeso) se extrae de canteras o minas y, dependiendo de la dureza y ubicación del material, se aplican ciertos sistemas de explotación y equipos. Una vez extraída la materia prima es reducida a tamaños que puedan ser procesados por los molinos de crudo.

La etapa de homogeneización puede ser por vía húmeda o por vía seca, dependiendo de si se usan corrientes de aire o agua para mezclar los materiales. En el proceso húmedo la mezcla de materia prima es bombeada a balsas de homogeneización y de allí hasta los hornos en donde se produce el clínker a temperaturas superiores a los 1500 °C. En el proceso seco, la materia prima es homogeneizada en patios de materia prima con el uso de maquinarias especiales.

En este proceso el control químico es más eficiente y el consumo de energía es menor, ya que al no tener que eliminar el agua añadida con el objeto de mezclar los materiales, los hornos son más cortos y el clínker requiere menos tiempo sometido a las altas temperaturas.

El clínker obtenido, independientemente del proceso utilizado en la etapa de homogeneización, es luego molido con pequeñas cantidades de yeso para finalmente obtener cemento.

❖ Agregados: los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla, y en la economía. Los agregados finos comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5mm.

Los agregados gruesos consisten en una grava o una combinación de grava o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y generalmente entre 9.5 mm y 38mm. Algunos depósitos naturales de agregado, a veces llamados gravas de mina, río, lago o lecho marino. El agregado triturado se produce triturando roca de cantera, piedra bola, guijarros, o grava de gran tamaño. La escoria de alto horno enfriada al aire y triturada también se utiliza como agregado grueso o fino.

Un material es una sustancia sólida natural que tiene estructura interna ordenada y una composición química que varía dentro de los límites muy estrechos. Las rocas (que dependiendo de su origen se pueden clasificar como ígneas, sedimentarias o metamórficas), se componen generalmente de varios materiales. Por ejemplo, el granito contiene cuarzo, feldespato, mica y otros cuantos minerales; la mayor parte de las calizas consisten en calcita, dolomita y pequeñas cantidades de cuarzo, feldespato y arcilla. El intemperismo y la erosión de las rocas producen partículas de piedra, grava, arena, limo, y arcilla. El concreto reciclado, o concreto de desperdicio triturado, es una fuente factible de agregados y una realidad económica donde escaseen agregados de calidad. Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables,

limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia la pasta del cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. Los agregados que contengan cantidades apreciables de esquistos o de otras rocas esquistosas, de materiales suaves y porosos, y ciertos tipos de horsteno deberán evitarse en especial, puesto que tiene baja resistencia al intemperismo y pueden ser causa de defectos en la superficie tales como erupciones.

Forma: por naturaleza los agregados tienen una forma irregularmente geométrica, compuesta por combinaciones aleatorias de caras redondeadas y angularidades. Bryan Mather establece que la forma de las partículas está controlada por la redondez o angularidad y la esfericidad, dos parámetros relativamente independientes.

En términos meramente descriptivos, la forma de los agregados se define en:

1. Angular: poca evidencia de desgaste en caras y bordes.
2. Subangular: evidencia de algo de desgaste en caras y bordes.
3. Subredondeada: bordes casi eliminados.
4. Muy redondeadas: sin caras ni bordes.

La esfericidad resultante de agregados procesados, depende mucho del tipo de chancado y la manera como se opera. La redondez está más en función de la dureza y resistencia al desgaste de la abrasión. Los agregados con forma equidimensional producen un mejor acomodo entre partículas dentro del concreto, que los que tienen

forma plana o alargada y requieren menos agua, pasta de cemento, o mortero para un determinado grado de trabajabilidad del concreto.

Textura: representa qué tan lisa o rugosa es la superficie del agregado. Es una característica ligada a la absorción, pues los agregados muy rugosos tienen mayor absorción que los lisos; además que producen concretos menos plásticos pues se incrementan la fricción entre partículas dificultando el desplazamiento de la masa.

Granulometría: la granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, mas otros seis números de tamaño para agregado grueso. La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

Granulometría de los agregados finos: depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas mas

pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que mas se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo mas conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua – cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia. Entre mas uniforme sea la granulometría, mayor será la economía.

Estas especificaciones permiten que los porcentajes mínimos (en peso) del material que pasa las mallas de 0.30mm (No. 50) y de 15mm (No. 100) sean reducidos a 15% y 0%, respectivamente, siempre y cuando:

1. El agregado que se emplee en un concreto que contenga más de 296 Kg de cemento por metro cubico cuando el concreto no tenga inclusión de aire.
2. Que el modulo de finura no sea inferior a 2.3 ni superior a 3.1, el agregado fino se deberá rechazar a menos de que se hagan los ajustes adecuados en las proporciones el agregado fino y grueso.
3. Las cantidades de agregado fino que pasan las mallas de 0.30 mm (No. 50) y de 1.15 mm (No. 100), afectan la trabajabilidad, la textura superficial, y el sangrado del concreto.
4. El módulo de finura (FM) del agregado grueso o del agregado fino se obtiene, conforme a la norma ASTM C 125, sumando los porcentajes acumulados en peso de los agregados retenidos en una serie especificada de mallas y dividiendo la suma entre 100.

5. El módulo de finura es un índice de la finura del agregado entre mayor sea el modo de finura, mas grueso sera el agregado.

6. El módulo de finura del agregado fino es útil para estimar las proporciones de los de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto.

Granulometría de los agregados gruesos: el tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita mas agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para revenimiento de aproximadamente 7.5 cm para un amplio rango de tamaños de agregado grueso.

El numero de tamaño de la granulometría (o tamaño de la granulometría). El número de tamaño se aplica a la cantidad colectiva de agregado que pasa a través de un arreglo mallas.

El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del del agregado dependiendo del numero de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25 mm y un tamaño máximo nominal de 19 mm. De noventa a cien por ciento de este agregado debe pasar la malla de 19 mm y todas sus partículas deberán pasar la malla 25 mm.

Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe pasar: a) un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto. b) tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo y c) un tercio del peralte de las losas.

Forma de partícula y textura superficial: para producir un concreto trabajable, las partículas elongadas, angulares, de textura rugosa necesitan mas agua que los

agregados compactos, redondeados y lisos. En consecuencia, las partículas de agregado que son angulares, necesitan un mayor contenido de cemento para mantener la misma relación agua–cemento.

La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambian de lisas y redondeadas a rugosas y angulares.

Peso volumétrico y vacíos: el peso volumétrico (también llamado peso unitario o densidad en masa) de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado.

Peso específico: el peso específico (densidad relativa) de un agregado es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplazada por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para proporcionamiento de mezclas y control, por ejemplo en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado.

Absorción y humedad superficial: la absorción y humedad superficial de los agregados se debe determina de acuerdo con las normas ASTM C 70, C 127, C128 y C 566 de manera que se pueda controlar el contenido neto de agua en el concreto y se puedan determinar los pesos correctos de cada mezcla.

❖ Agua: el agua de la mezcla debe ser limpia y libre de impurezas y en general debe ser potable. Se pueden usar aguas cuyo comportamiento no se conozca para hacer concreto, si los cubos de morteros hechos con esa agua alcanzan resistencia a los 7 y 28 días iguales a las de cuando menos 90% a la muestra que se haga con agua potable. Además se deben hacer pruebas para corroborar que no afecte desfavorablemente el tiempo de fraguado del cemento por las impurezas contenidas en el agua de mezcla. Cuando las impurezas son excesivas en el agua de mezclado

puede afectar no solamente el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto, la constancia del volumen, sino que puede hasta producir eflorescencia corrosión del refuerzo. El agua que contenga menos de 2000 ppm (partes por millones) como total de sólidos disueltos pueden usarse en general satisfactoriamente para hacer concretos, aunque concentraciones mayores no son siempre dañinas, afectan según el tipo de concreto.

El proceso de hidratación genera calor, que produce aumento de temperatura en la mezcla y expansión volumétrica y que debe controlarse sobre todo en vaciados masivos. Con el fin de controlar el exceso de agua en la mezcla, necesario para facilitar la trabajabilidad del concreto fresco, la tecnología moderna del concreto, facilita los aditivos plastificantes, los cuales además de facilitar el proceso constructivo, permiten obtener concretos de resistencia más uniforme.

Usos del agua: en relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado de las estructuras recién construidas. En el primer caso es de uso interno como agua de mezclado, y en el segundo se emplea exteriormente =cuando el concreto se cura con agua. Aunque en estas aplicaciones las características del agua tienen efectos de diferente importancia sobre el concreto, es usual que se recomiende emplear igual de una sola calidad en ambos casos. Así, normalmente, en las especificaciones para concreto se hace referencia en primer término a los requisitos que debe cumplir el agua para elaborar el concreto, porque sus efectos son más importantes, y después se indica que el agua que se utilice para curarlo debe ser del mismo origen, o similar, para evitar que se subestime esta segunda aplicación y se emplee agua de curado con características inadecuadas.

En determinados casos se requiere, con objeto de disminuir la temperatura del concreto al ser elaborado, que una parte del agua de mezclado se administre en forma

de hielo molido o en escamas. En tales casos, el agua que se utilice para fabricar el hielo debe satisfacer las mismas especificaciones de calidad del agua de mezclado.

Como componente del concreto convencional, el agua suele representar aproximadamente entre 10 y 25 por ciento del volumen del concreto recién mezclado, dependiendo del tamaño máximo de agregado que se utilice y del revenimiento que se requiera (38). Esto le concede una influencia importante a la calidad del agua de mezclado en el comportamiento y las propiedades del concreto, pues cualquier sustancia dañina que contenga, aún en proporciones reducidas, puede tener efectos adversos significativos en el concreto.

Una práctica bastante común consiste en utilizar el agua potable para fabricar concreto sin ninguna verificación previa, suponiendo que toda agua que es potable también es apropiada para elaborar concreto; sin embargo, hay ocasiones en que esta presunción no se cumple, porque hay aguas potables aderezadas con citratos o con pequeñas cantidades de azúcares, que no afectan su potabilidad pero pueden hacerlas inadecuadas para la fabricación de concreto (73). En todo caso, la consideración contraria pudiera ser más conveniente, es decir, que el agua para la elaboración del concreto no necesariamente requiere ser potable, aunque sí debe satisfacer determinados requisitos mínimos de calidad.

Requisitos de calidad: los requisitos de calidad del agua de mezclado para concreto no tienen ninguna relación obligada con el aspecto bacteriológico (como es el caso de las aguas potables), sino que básicamente se refieren a sus características físico-químicas y a sus efectos sobre el comportamiento y las propiedades del concreto.

❖ **Aditivos:** debido a que los componentes básicos del concreto hidráulico son el cemento, el agua y los agregados, cualquier otro ingrediente que se incluya en

su elaboración pueden ser considerados, literalmente, como aditivo. Sin embargo, en la práctica del concreto hidráulico convencional, no se consideran aditivos las puzolanas y las escorias cuando forma parte de un cemento portland-puzolana, portland-escoria. Ni tampoco las fibras de refuerzo porque dan o irán a concretos que no se consideran convencionales.

Con estas salvedades, resulta válida la definición propuesta por el comité ACI 116(26), según la cual un aditivo es un material distinto del agua, los agregados, el cemento hidráulico y las fibras de refuerzo, que se utiliza como ingrediente del mortero o del concreto, y que se añade a la revoltura inmediatamente antes o durante el mezclado.

La interpretación que puede darse a esta definición es que un material sólo puede considerarse como aditivo cuando se incorpora individualmente al concreto, es decir, que se puede ejercer control sobre su dosificación. De esta manera, las puzolanas y las escorias solamente son aditivos si se les maneja y administra por separado del concreto portland. Lo cual no deja de ser más bien una cuestión de forma, ya que cualitativamente sus efectos son los mismos que si se administran por conducto del cemento.

Para completar la definición anterior, tal vez cabría añadir que los aditivos para concreto se utilizan con el propósito fundamental de modificar convenientemente el comportamiento del concreto en estado fresco, y/o de inducir o mejorar determinadas propiedades deseables en el concreto endurecido. Los aditivos sirven para: a) una mejor trabajabilidad, b) para regular el proceso de fraguado del hormigón.

Los cuales son útiles para: a) Hormigones secos, b) Hormigones bombeados, c) Hormigones vistos, d) Hormigones fuertemente armados.

No se deben utilizar en: a) Hormigones blandos y b) Hormigones fluidos.

Tipos o Clases: existen tres tipos o clases de aditivos: Plastificantes, Fluidificantes y Superfluidificantes.

1. Plastificantes: estos son los sólidos disueltos H₂O, sus propiedades permiten más trabajabilidad, disminuye la relación entre el agua y el cemento y disminuye la segregación cuando el transporte es muy largo o cuando hay grandes masas de hormigón. Estos pueden ser usados: Inyectados, proyectados, o pretensados.

2. Fluidificantes: estos son formulaciones orgánicas líquidas, al igual que la anterior sus propiedades permiten mas trabajabilidad, disminuye la relación entre el agua y el cemento.

Estos pueden ser utilizados en hormigones bombeados, largos transportes., hormigones proyectados con armaduras.

Se Clasifican en: a) 1ª Generación - 70% Rendimiento cementicio, b) 2ª Generación - 75% Rendimiento cementicio y c) 3ª Generación - 100% Rendimiento cementicio.

3. Superfluidificantes: estos son formulaciones orgánicas líquidas, estos pertenecen a la tercera generación.

Usos: modificadores de fraguado, Retardador o acelerador de fraguado, modificar solubilidad.

Tipos: aceleradores de fraguado: cloruros [Cl₂Ca (más eficaz), ClNa, ClAl, ClFe], Hidróxidos, Carbonatos., Silicatos.

1. Retardadores de fraguado: existen dos tipos: a) Inorgánicos (ZnO, PbO, PO₄H₃, BO₄H₃), b) Orgánicos (ácido orgánico, glicerina). Estos dependen del tipo, cantidad de cemento, dosificación y la relación entre el agua y el cemento.

Consiste en reacciones químicas en las que aparece una película alrededor del cemento, impidiendo que se hidrate.

2. Aceleradores de endurecimiento: son los que modifican la resistencia mecánica, este a su vez puede producir efectos secundarios: Bajan la resistencia final y puede originar retracciones. a) Acelerador < 2,5% acelera y b) Acelerador > 2,5% retarda.

Modificadores contenido gases: son los que facilitan la correcta distribución del aire ocluido.

Otros aditivos: entre otros tipos de aditivos se pueden mencionar los colorantes, anticongelantes y los impermeabilizantes.

1. Colorantes: pigmento que se le añade al cemento para modificar el color y está formado por óxidos metálicos. Deben tener un alto poder de coloración, gran facilidad para mezclarse con el cemento, que sea insoluble en el agua, que sean estables a la luz y al ambiente, además de a los ambientes agresivos, que no alteren el proceso de fraguado del hormigón.

2. Anticongelantes: es cuando el hormigón está a bajas temperaturas y se utilizará hasta una temperatura de -14°C.

3. Impermeabilizantes: son repelentes al agua y actúan cerrando el sistema poroso del hormigón mediante unas sustancias químicas en el fraguado del hormigón. Este no es totalmente efectivo.

3.2.11 Agrietamiento

Una grieta se define como una separación incompleta en una o más partes, con o sin un espacio entre ellas, su peligrosidad en el concreto depende de su origen y de la variación de su longitud y ancho con el tiempo.

La aparición de grietas en el concreto depende también del cuidado que se le tenga principalmente en su temprana edad. Si al concreto se le permite secarse a edad temprana, después de su colocación y antes de empezar a curarse, se tendrá un agrietamiento o un estrellamiento. Si este secado continúa, puede eliminarse o suspenderse totalmente la hidratación del cemento y aunque luego se continúe con el curado, las grietas no se cerrarán. Aparte de las grietas debidas a la contracción, se tienen grietas debidas a esfuerzos de temperatura y algunas otras difíciles de descubrir sus causas, porque puede ser la combinación de grietas al comportamiento estructural de zonas sometidas a tensión, combinadas con grietas de temperaturas o grietas de contracción, durante la colocación o debido a la contracción por el tiempo.

Para garantizar una buena reparación de grietas se debe conocer previamente las causas del agrietamiento, para luego escoger y aplicar cuidadosamente un procedimiento adecuado. De no cumplir con esto, posiblemente se repetirá el problema. Además de esto es fundamental a la hora de proyectar una reparación tomar en cuenta si la grieta está viva (activa), es decir, aquellas que están sometidas a movimiento y especialmente a cambios en amplitud o espesor, o muertas (pasivas) que son las que están estabilizadas presentando siempre la misma amplitud, debido a que el sistema de reparación a seguir, en uno u otro caso, son totalmente diferentes.

3.2.12 Elemento estructural

Un elemento estructural es cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en que puede ser dividida una estructura a efectos de su diseño. El diseño y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los principios de la ingeniería estructural y la resistencia de materiales.

3.2.12.1 Clasificación de los elementos: en el caso de construcciones estos tienen nombres que los identifican claramente aunque en el mundo hispano parlante, estos nombres cambian de país a país. Básicamente los elementos estructurales pueden tener estados de tensión uniaxiales, biaxiales o triaxiales según su dimensionalidad y según cada una de las direcciones consideradas pueden existir tanto tracciones como compresiones y finalmente dicho estado puede ser uniforme sobre ciertas secciones transversales o variar de punto a punto de la sección. Los elementos estructurales suelen clasificarse en virtud de tres criterios principales, dimensionalidad, forma geométrica y/o posición y estado tensional y/o solicitaciones predominantes.

- ❖ Dimensionalidad del elemento: según puedan ser modelizados como elementos unidimensionales (vigas, arcos, pilares), bidimensionales (placas, láminas, membranas) o tridimensionales.

- ❖ Forma geométrica y/o posición: la forma geométrica concreta afecta a los detalles del modelo estructural usado, así si la pieza es recta como una viga o curva como un arco, el modelo debe incorporar estas diferencias, también la posición u orientación afecta al tipo de estado tensional que tenga el elemento.

- ❖ Estado tensional y/o solicitaciones predominantes: los tipos de esfuerzos predominantes pueden ser tracción (membranas y cables), compresión (pilares), flexión (vigas, arcos, placas, láminas) o torsión (ejes de transmisión, entre otros).

3.2.12.2 Diseño de elementos estructurales: los elementos estructurales son diseñados, es decir, calculados o dimensionados para cumplir una serie de requisitos, que frecuentemente incluyen criterio de resistencia, criterio de rigidez, criterios de estabilidad, criterios de funcionalidad.

- ❖ Criterio de resistencia: consistente en comprobar que las tensiones máximas no superen ciertas tensiones admisibles para el material del que está hecho el elemento.

- ❖ Criterio de rigidez: consistente en que bajo la acción de las fuerzas aplicadas las deformaciones o desplazamientos máximo obtenidos no superan ciertos límites admisibles.

- ❖ Criterios de estabilidad: consistente en comprobar que desviaciones de las fuerzas reales sobre las cargas previstas no ocasionan efectos autoamplificados que puedan producir pérdida de equilibrio mecánico o inestabilidad elástica.

- ❖ Criterios de funcionalidad: que consiste en un conjunto de condiciones auxiliares relacionadas con los requisitos y solicitaciones que pueden aparecer durante la vida útil o uso del elemento estructural.

3.2.12.3 Resistencia: para comprobar la adecuada resistencia de un elemento estructural, es necesario calcular la tensión (fuerza por unidad de área) que se da en un elemento estructural bajo la acción de las fuerzas solicitantes. Dada una determinada combinación o distribución de fuerzas, el valor de las tensiones es proporcional al valor de la fuerza actuante y del tipo de elemento estructural.

3.2.12.4 Rigidez: la rigidez de un elemento estructural es su capacidad para resistir fuerzas sin sobrepasar alcanzar deformaciones o desplazamientos. Para un elemento

estructural existen un conjunto de parámetros de rigidez que relacionan cierto desplazamiento máximo con el valor máximo del esfuerzo aplicado. Según el tipo de rigidez se habla de rigidez axial, rigidez flexional, rigidez flexional, etc. En la mayoría de normas técnicas se requiere que bajo la acción de las fuerzas existentes, la razón entre los desplazamientos producidos en ciertos elementos estructurales y las dimensiones de dichos elementos estén por debajo de cierto límite. Cuando eso sucede se dice que el elemento estructural no rebasa su estado límite de deformación admisible.

3.2.13 Instalación de bloques de cemento

La instalación de bloques de cemento es un tema muy extenso, con muchas particularidades y elementos influyentes para ser abarcado en este artículo, no obstante se tratará de cubrir las cuestiones mas generales y prácticas del asunto.

Lo primero que hay que tener en cuenta a la hora de instalar bloques en la construcción de una pared, son los códigos locales de construcción, estos códigos establecen las pautas básicas de obligatorio cumplimiento en la zona y han sido elaborados teniendo en cuenta las experiencias acumuladas por especialistas constructores de acuerdo a múltiples factores de clima, resistencia mecánica del suelo, historia sísmica entre otros, así como la aplicación particular de la pared de bloques.

3.2.13.1 La pared: aquí se considera una pared cuando esta se fabrica del nivel del suelo hacia arriba. Hay paredes que cumplen diferentes tipos de propósitos, alguna de las cuales son:

❖ Paredes portantes de carga. estas paredes forman parte de la estructura de soporte de la edificación y sostienen la carga del techo, de forma tal que no puede prescindirse de ellas sin poner en peligro la estabilidad de la construcción.

❖ Paredes de cierre. estas paredes se fabrican para cerrar los espacios entre las columnas de concreto de las edificaciones, muchas veces multiplantas. No soportan carga vertical alguna y la edificación se sustenta bien si se prescinde de ellas.

❖ Paredes de contención. estas paredes se fabrican para servir de sostén a otro elemento tal como agua, tierra o materiales en general. Están sometidas a una fuerza de empuje lateral que tiende a volcar la pared, pero no soportan carga alguna verticalmente y es frecuente que sean de pequeña a mediana altura.

En general es deseable que las paredes cumplan los requisitos siguientes: a) Economía de costo, b) Ligereza, c) Termoaislamiento, d) Durabilidad, e) Estabilidad con el tiempo y f) Resistencia a la carga

Probablemente la pared que cumple aceptablemente todas esas características es la pared de bloques de mortero cemento-arena.

3.2.13.2 El bloque: los bloques se construyen comprimiendo por vibración de forma adecuada una mezcla de arena, agua y cemento Portland en un molde, del que luego se extrae y deja fraguar el tiempo necesario antes de su utilización portando carga.

Existen diferentes dimensiones y diseños de bloques de acuerdo al fabricante, aplicación particular, posición en la pared, ambiente de utilización entre otros y en general corresponden a las normas o estándares de construcción de cada país. La

figura 3.13 muestra como debe ser una pared de bloques terminada vista desde arriba.



Figura 3.13 Sección de una pared de bloques (www.construir.com).

En la figura 3.14 se representan algunos de los bloques estándares reales

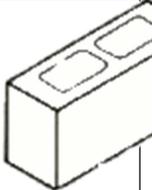
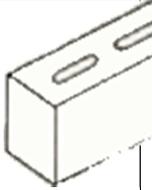
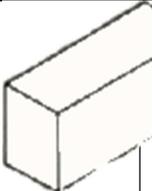
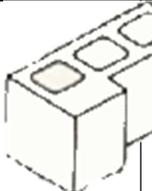
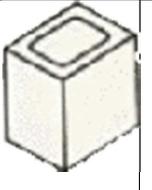
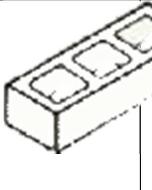
| | | | |
|---|--|--|--|
|  | <p>Bloque plano de uso común, es de resistencia media, y su superficie de adherencia con el bloque contiguo es grande, por lo que es útil para paredes de contención.</p> |  | <p>Bloque plano llamado 75%, debido a que los huecos interiores son pequeños, útil para la construcción de paredes de alta resistencia</p> |
|  | <p>Bloque completo de cemento, sin huecos interiores, útil para mayores resistencias y para poner en la fila superior de una pared de contención para que no se vean los agujeros.</p> |  | <p>Bloque de esquina. Sirve para colocar en las esquinas de las paredes a fin de proseguir a 90 grados la otra pared.</p> |
|  | <p>Medio bloque, es exactamente la mitad de largo del bloque normal, se usa en filas alternas para desplazar una línea de bloques de la anterior.</p> |  | <p>Bloque de media altura, tiene la mitad de la altura del bloque normal. Su uso no es tan frecuente.</p> |

Figura 3.14 Bloques estándares reales (www.construir.com).

En cuanto a las dimensiones estándares de los bloques aunque varían de país a país, lo común es encontrar tres tamaños principales que son los que se presentan en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Dimensiones nominales de los bloques (www.construir.com).

| Denominación | Dimensiones nominales en cm; ancho x largo x altura* |
|---------------------|---|
| Estrecho | 10 x 40 x 20 |
| Normal | 20 x 40 x 20 |
| Ancho | 25 x 40 x 20 |
| Extra | 30 x 40 x 20 |

Las dimensiones reales son algo menores (aprox 1 cm por lado)

3.2.13.3 Instalación: hay muchos factores a tener en cuenta durante la construcción de paredes de bloques, no obstante el esquema del montaje es común para todas las paredes.

3.2.13.4 Esquema de montaje: la figura 3.15 representa el esquema básico para la instalación de los bloques.

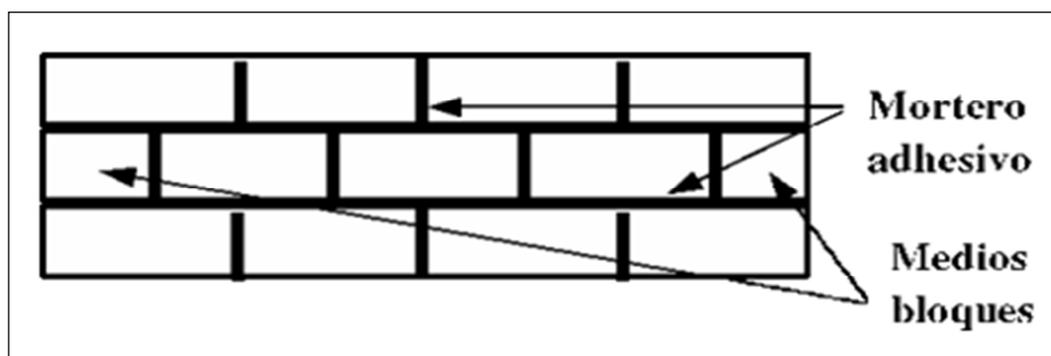


Figura 3.15 Esquema básico para la instalación de bloques (www.construir.com).

Durante el montaje, los bloques se colocan en filas usando una mezcla apropiada de arena y cemento (mortero) de forma tal que las uniones entre ellos queden alternadas de una fila a la otra, y nunca deben coincidir en dirección vertical.

Estas uniones tienen menos resistencia mecánica que el cuerpo del bloque por lo que si se colocan de manera coincidente, la pared con el tiempo terminaría agrietada verticalmente por esas uniones.

Obsérvese la utilización de los medios bloques para desplazar a la mitad de la longitud del bloque normal, una fila de la que le sigue.

Cuando la pared tiene esquinas, es importante empotrar alternadamente las filas de bloques como se muestra en la figura 3.16.

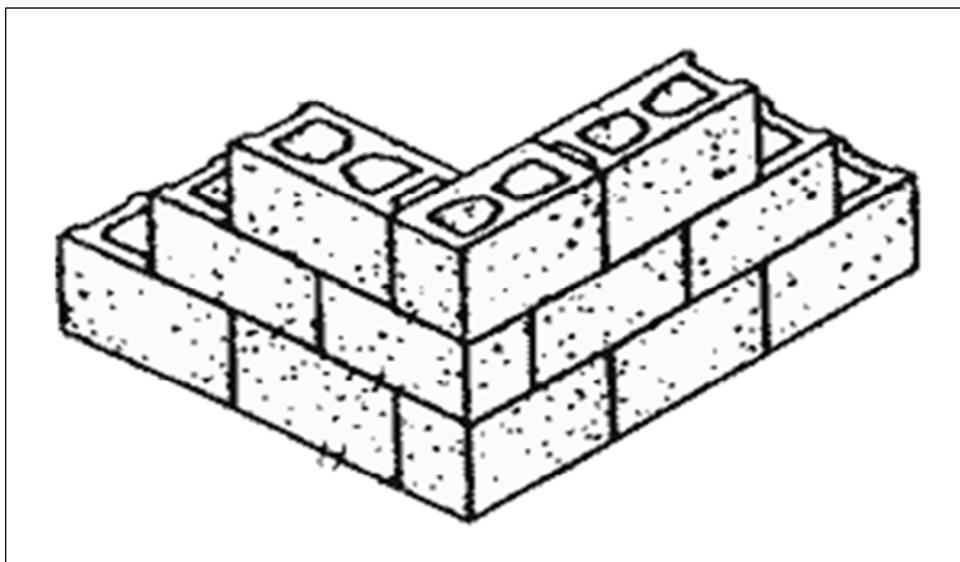


Figura 3.16 Empotramiento alternado en la esquina de la pared
(www.construir.com).

El medio bloque en este caso no es necesario, ya que el bloque normal tiene la mitad de ancho que de largo, y al empotrarse una fila en la otra se garantiza tanto "el amarre" de las dos paredes como el necesario desplazamiento entre las filas. Si este procedimiento no se utiliza, la pared terminará agrietada en la esquina con el riesgo de derrumbe. Para los casos de los otros tipos de bloques en los que la longitud no es

el doble del ancho, los esquemas de montaje se muestran en las figura 3.17, 3.18 y 3.19.

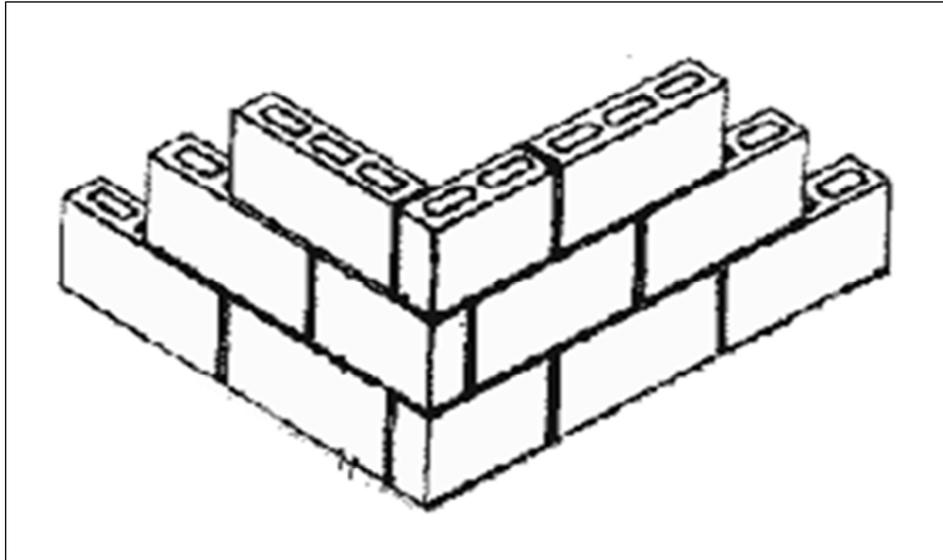


Figura 3.17 Empotramiento en la esquina para bloques estrechos
(www.construir.com).

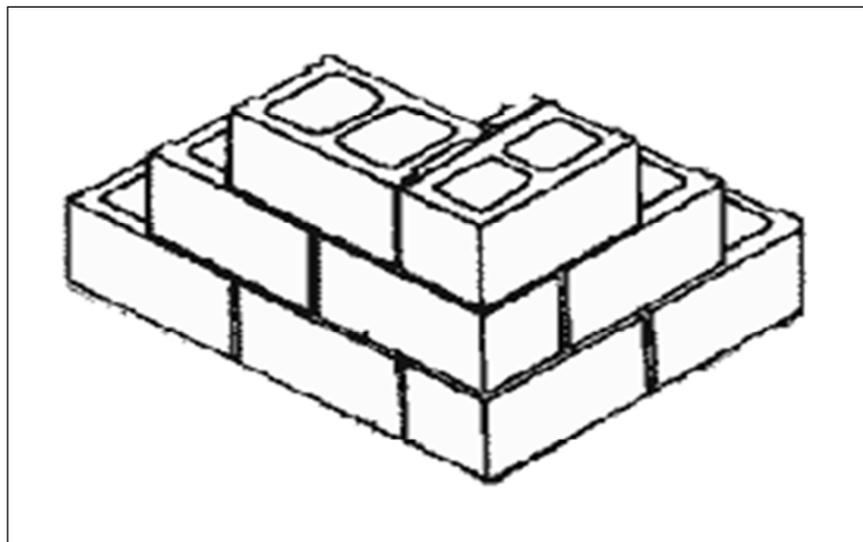


Figura 3.18 Empotramiento en la esquina para bloques anchos
(www.construir.com).

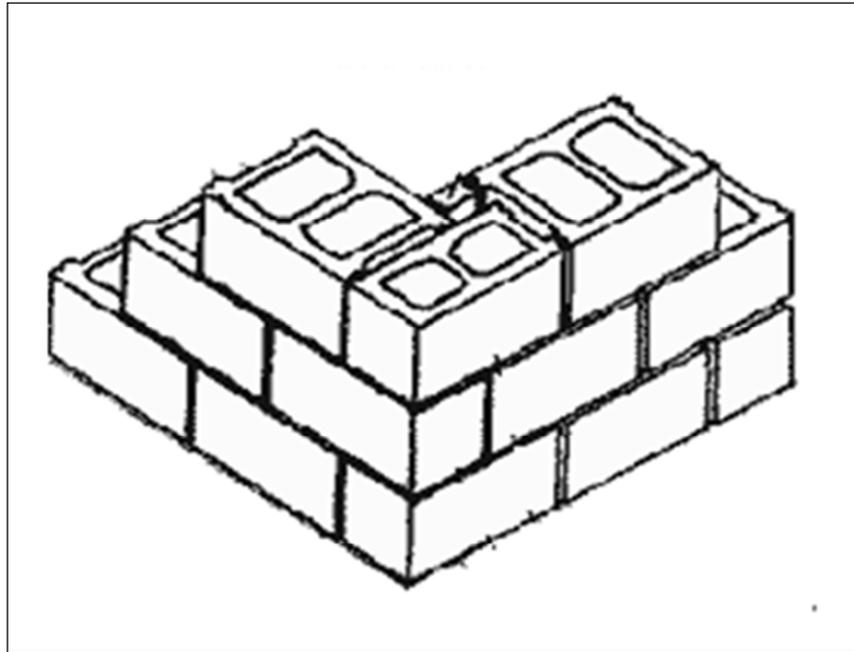


Figura 3.19 Empotramiento en la esquina para bloques extra anchos
(www.construir.com).

3.2.13.5 El mortero de unión: como mortero de unión se usa una mezcla batida hasta consistencia pastosa de arena de grano medio y cemento Portland en proporción de 3:1 en volumen y agua. Esta mezcla debe prepararse en cantidad tal que se pueda usar en menos de una hora.

3.2.13.6 Montaje de los bloques: durante el montaje de los bloques para confeccionar una pared, es muy importante hacerlo cumpliendo las condiciones siguientes:

1. La línea de bloques debe ser recta o en concordancia con algún trazo preestablecido sin zigzagueo que deslucen y empeoran la calidad del trabajo.
2. Todas las líneas deben coincidir en un plano, sin líneas o bloques salientes, en caso contrario la cantidad de estuco o repello para dar terminación a la pared crece considerablemente para dar una buena terminación.

3. Las líneas y los bloques deben estar nivelados horizontalmente.
4. La pared una vez terminada debe estar nivelada verticalmente. Una pared inclinada es un desastre funcional y de resistencia.
5. El grueso del mortero de unión debe ser constante tanto en las uniones verticales como horizontales.

Cuando se inicia la pared, la primera fila de bloques se coloca sobre una capa de mortero de unión que se ha superpuesto al basamento o cimiento donde se iniciará la pared. Esta capa inicial debe tener suficiente grueso como para que una vez colocado y presionado el bloque sobre ella quede con un espesor final de unos 10-15mm. Luego, como se ilustra a la izquierda se coloca un suerte de cordón de mezcla apropiado sobre los bordes de los bloques de inicio. Este cordón será de suficiente espesor como para que el bloque colocado sobre él para formar la próxima fila, tenga que presionarse o golpearse ligeramente hasta aplastarlo a unos 10-15mm, esto se ilustra en la figura 3.20.



Figura 3.20 Inicio de una pared de bloque sobre una capa de mortero (www.construir.com).

En la figura 3.21 puede observarse la instalación de uno de los bloques en la cuarta fila, note la utilización del medio bloque para alternar las filas y también como se ha colocado un cordón de mortero de unión en los bordes verticales del bloque contiguo al que se monta.

Observe la "cuchara" colocada a la izquierda sobre la última línea, esta es la herramienta mas universal y conocida para el montaje de bloques. Es una hoja fina de acero de forma triangular provista de un mango.



Figura 3.21 Utilización del medio bloque para alternar las filas
(www.construir.com).

Finalmente el bloque montado, compare el espesor del cordón vertical antes y después del montaje del último bloque, la diferencia indica claramente que además de presionar el bloque contra el cordón de abajo también se hace contra el cordón del bloque contiguo, esto hace que la mezcla penetre en los poros del bloque en dirección vertical y horizontal y se produzca una buena adhesión bloque a bloque, lo que evidentemente le da consistencia a la pared, lo antes dicho se puede verificar en la figura 3.22.



Figura 3.22 Bloque montado, presionado contra el cordón del bloque de abajo y el cordón del bloque contiguo (www.construir.com).

3.2.13.7 Nivelación de los bloques: es buena práctica utilizar hilos o cordones finos para garantizar una buena alineación y nivelación de los bloques en todas direcciones.

Dos hilos colocados tensos y nivelados verticalmente de forma cuidadosa en los extremos de la futura pared asidos a maderos o a la estructura de la edificación, entre los cuales se coloca otro hilo tenso nivelado horizontalmente y corredizo a fin de desplazarlo de fila a fila, permitirán al montador tener una referencia perfecta para que la fila de bloques le quede recta y horizontal y al mismo tiempo la pared vaya teniendo un nivelado vertical perfecto.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una vez presentada la documentación teórica que sustenta la investigación se hace necesario establecer la metodología que oriente la investigación, en tal sentido a continuación se presentan cada uno de los aspectos metodológicos que conducen la misma.

4.1 Nivel de la investigación

Esta investigación se desarrolló dentro de los esquemas de proyectos factibles, que, según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2006) “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades” (p.16). Para lo cual se hizo necesario realizar un diagnóstico de los hechos relacionados con el problema y el objeto de estudio.

El nivel de la investigación es descriptivo, puesto que se realizó un análisis que señala las características y parámetros necesarios para el estudio de las fallas que presenta la estructura de la planta física del “Centro de Educación Inicial Especial N°100”, de esta manera plantear una propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la estructura de la institución ya mencionada, según Lerma Héctor (2001) menciona: “Su objetivo es describir el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurre en forma natural, sin explicar las relaciones que se identifiquen” (p. 64). El nivel de una investigación puede ser exploratorio, descriptivo o explicativo. (Figura 4.1).



Figura 4.1 Nivel de investigación

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación al que el tema se adapta es documental y de campo.

4.2.1 Documental

Porque se requiere de diversas referencias bibliográficas para conseguir la información referente a las fallas estructurales y no estructurales que presenta el “Centro de Educación Inicial Especial N°100”, así como también sus tipos, factores que las causaron, además de los métodos propuestos para la evaluación, control y reparación de las diferentes patologías que presentan los elementos estructurales y no estructurales sugerido por las normas y otra documentación técnica

Según Salvador Mercado (2003) expresa: “La investigación documental es una técnica que consiste en la selección y recopilación por medio la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas, centros de documentación e información” (p.75).

4.2.2 De campo

Porque se tomaron mediciones en el sitio, así como también se realizó un levantamiento planimétrico a fin de conocer la ubicación, profundidad y ancho de las grietas en miembros estructurales (techos) y no estructurales (paredes), lo cual permitió conocer la situación que presenta la estructura de la institución; de esta manera poder proponer el método adecuado para la reparación de la estructura.

Sabino Carlos (2.004), menciona: el diseño de campo: “se realiza observando el grupo o fenómenos estudiados en su ambiente natural” (p.48).



Figura 4.2 Diseño de investigación

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población

La población objeto del estudio en la presente investigación, está conformada por el “Centro de Educación Inicial Especial N°100” ubicado en el Barrio Virgen del Valle, Parroquia Vista Hermosa, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar; tal como dice Lerma Héctor (2001): “Es el producto de todos los elementos de una

misma especie que presentan una característica determinada o que corresponden a una misma definición y a cuyos elementos se le estudiaran sus características y relaciones. Es definida por el investigador y puede estar integrada por personas o por unidades diferentes a personas” (p. 73).

4.3.2 Muestra

Los elementos estructurales y no estructurales del “Centro de Educación Inicial Especial N°100” ubicado en el Barrio Virgen del Valle, Parroquia Vista Hermosa, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar; Lerma Héctor (2001) dice: “La muestra es un subconjunto de la población. A partir de las datos de las variables obtenidos de ella (estadísticos), se calculan los valores emitidos de esas mismas variables para la población” (p. 74).

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para lograr con el cumplimiento eficiente de los objetivos que se han propuesto, se requirió la recolección de los datos necesarios a fin de poder desarrollar la investigación de manera certera y con datos reales. Los datos necesarios se recolectaron en cuatro etapas que fueron recolección de la información, reconocimiento preliminar, estudio de campo y trabajo de oficina.

4.4.1 Recolección de la información

Para cumplir con esta etapa de la investigación se recolectó la información a través de la revisión bibliográfica y las entrevistas no estructuradas.

4.4.1.1 Revisión bibliográfica: se buscó en libros y direcciones electrónicas toda la información necesaria acerca de las fallas estructurales, ¿Qué es una falla estructural?

¿Cómo ocurren? ¿Cuáles se dan con mayor frecuencia? ¿Tipos? ¿Cuando un elemento presenta fallas estructurales? ¿Causas?, además se investigó sobre algunas estructuras diferentes que sufrieron fallas y los métodos aplicados para la adecuación de la misma como medidas preventivas, también se recolectó información acerca de la importancia de la inspección en la ejecución de obras civiles. A manera de lograr obtener una información que sirva de base al momento de realizar el estudio y lograr así proponer soluciones acertadas y efectivas.

4.4.1.2 Entrevista no estructuradas: mediante el uso de este tipo de entrevista que no cuentan con un formato específico se logró obtener conocimientos generales sobre la investigación, realizada a profesores universitarios y especialistas en prevención y riesgos (profesionales de protección civil), así como también a inspectores de la Gobernación del Estado Bolívar e Inviobras. Cabe destacar que a través de estas entrevistas las autoridades del plantel, así como también profesionales que trabajaron en la reparación de la institución mostraron su receptividad ofreciendo la información requerida para lograr llevar a cabo la investigación.

4.4.2 Reconocimiento preliminar

El reconocimiento preliminar se realizó a través de la observación directa mediante el cual se pudo apreciar las condiciones en las que labora el personal docente, administrativo y obrero de la institución educativa, condiciones por las que también los niños inscritos no están recibiendo clases, ya que las estas están suspendidas debido al riesgo, se observó principalmente:

1. El avanzado estado de deterioro en el que se encuentran los miembros estructurales (techos) y no estructurales (paredes), así como también la deflexión en vigas y correas de la estructura.

2. La gran humedad a simple vista debido el las instalaciones del preescolar al mal estado de la impermeabilización que presenta desprendimiento del manto asfáltico.

3. Acero de la estructura altamente corroído.

4. Deterioro de las tuberías de aguas blancas, que ha generado la inexistencia del servicio dentro de las instalaciones de la institución.

4.4.3 Estudio de campo

En esta etapa de la investigación se realizó mediciones del ancho y profundidad de las grietas en las paredes y techo, así como también se midieron los perfiles que componen la estructura de la institución, separación entre pórticos, altura de los mismos para el cual se hizo uso de instrumentos como cinta métrica, escaleras, papel vegetal, papel base 20, escuadras, lápiz, además también se uso una cámara fotográfica para captar cada una de las imágenes de lo antes mencionado.

4.4.4 Trabajo de oficina

El trabajo de oficina se caracterizó por ordenar cada una de los datos recolectados durante las tres etapas anteriores, es decir, ordenar los datos obtenidos de la recopilación de información tanto en la revisión bibliográfica como en las entrevistas no estructuradas, el reconocimiento preliminar y el estudio de campo.

4.5 Flujograma de la metodología del trabajo de grado

El esquema metodológico desarrollado consta de cinco diferentes etapas, recopilación de la información, trabajo de campo, análisis e interpretación de los

resultados, planteamiento de la propuesta y conclusiones y recomendaciones. (Figura 4.3).

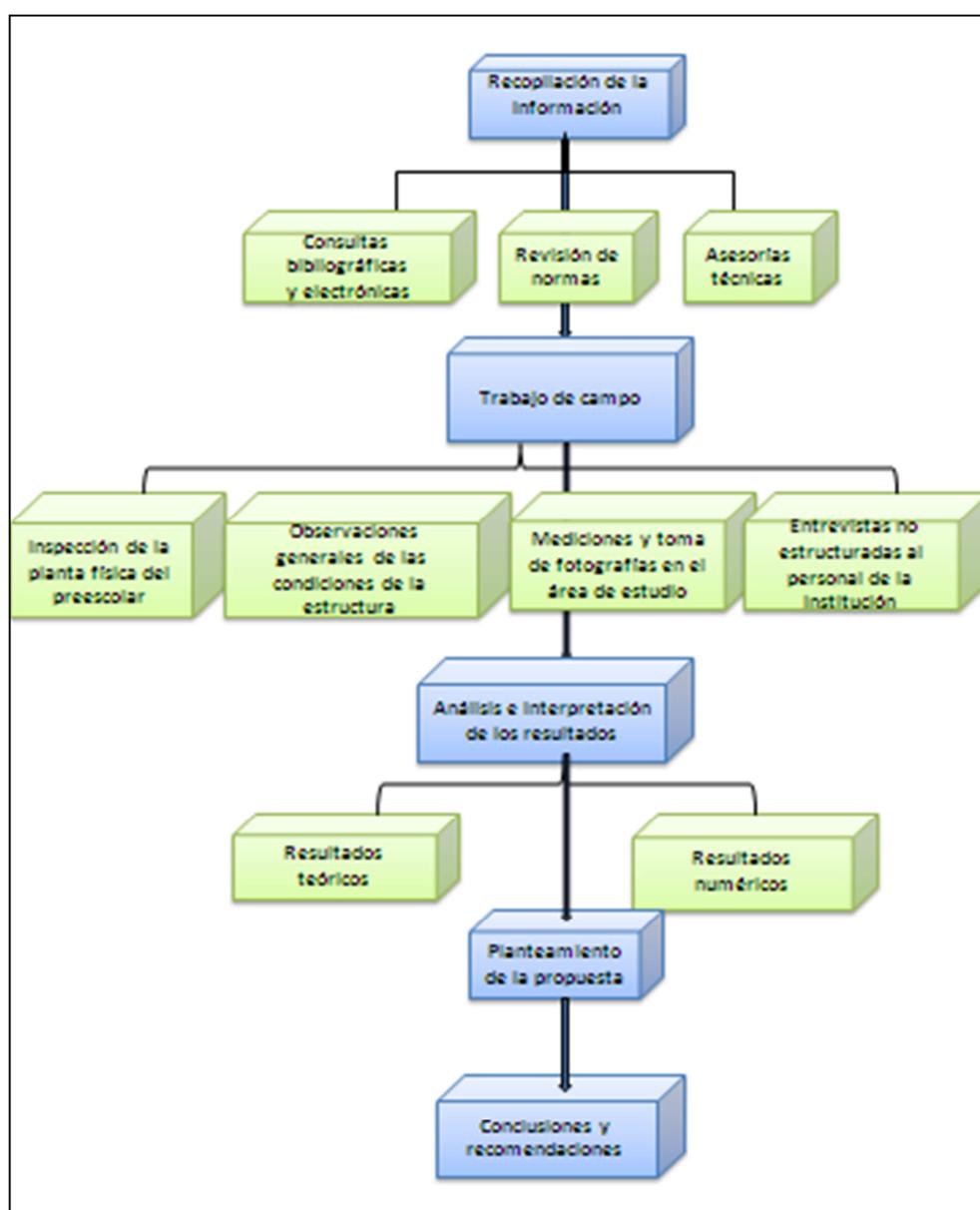


Figura 4.3 Flujograma de la metodología del trabajo de grado.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se darán a conocer los resultados obtenidos de la investigación, la situación actual que presenta la estructura del Centro de Educación Inicial Espacial N° 100, la comparación entre esta estructura y la estructura del modelo rural propuesto por el F.E.D.E, las posibles causas que provocaron el deterioro de los miembros estructurales, la influencia de las variables ambientales en el deterioro de la misma y se propondrá un método de reparación a los diferentes elementos de la estructura que presentan mal estado.

5.1 Diagnostico de la situación actual de la estructura

La estructura del Centro de Educación Inicial Especial N° 100 presenta una serie de fallas a nivel estructural, tanto por errores cometidos al momento de construirlo como también por la falta de mantenimiento a la misma. En primer lugar, se trata de una estructura aporticada, metálica y liviana compuesta por perfiles IPN y tubulares de CONDUVEN que fue diseñada para soportar un techo de lamina metálica y fue techada con un techo de concreto liviano.

El techo de concreto antes mencionado presenta grietas a lo largó y ancho de toda la estructura del preescolar grietas que son perpendiculares a la dirección de las correas y paralelas a la dirección de los pórticos, este hecho se puede evidenciar en las figuras 5.1, 5.2 y 5.3.



Figura 5.1 Aspecto del Centro de Educación Inicial (Julio, 2009).



Figura 5.2 Estructura liviana techada con concreto (Julio, 2009).



Figura 5.3 Grietas a lo largo de toda la estructura del preescolar (Julio, 2009).

El manto asfáltico del techo se encuentra agrietado y abombado por lo que ha permitido la filtración del agua de lluvia a través de él, causando la corrosión en los diferentes elementos metálicos de la estructura, además a deteriorado de manera total el sistema eléctrico de la institución educativa, esto se puede verificar en las figuras 5.4, 5.5 y 5.6.



Figura 5.4 Deterioro en el manto asfáltico (Septiembre, 2009).



Figura 5.5 Elementos metálicos afectados por la corrosión (Julio, 2009).



Figura 5.6 Mal estado del sistema eléctrico del preescolar (Julio, 2009).

Además de lo antes dicho, el agrietamiento que presenta el techo y las filtraciones a través de las grietas producen que ante la presencia de lluvia la instalaciones del preescolar se llenen de agua, esto se puede verificar en la figura 5.7.



Figura 5.7 Presencia de agua en el interior (Septiembre, 2009).

Las paredes del preescolar presentan una serie de grietas de diferentes tipos, algunas verticales, otras en los cruces de paredes y otras inclinadas a 45°, en las figuras 5.8, 5.9 5.10 y 5.11 se puede ver lo mencionado.



Figura 5.8 Grieta vertical en la unión de dos paredes (Julio, 2009).



Figura 5.9 Grieta vertical en el cruce de dos paredes (Julio, 2009).



Figura 5.10 Grieta vertical en una pared (Julio, 2009).



Figura 5.11 Grieta inclinada a 45° aproximadamente en la parte inferior de la pared (Julio, 2009).

Además de todas las fallas en los elementos estructurales y no estructurales que presenta la institución cabe destacar que también el preescolar presenta problemas de carácter ambiental ante la falta de servicio de aguas blancas por el deterioro de las tuberías y el nivel de altura al que ha llegado la maleza en los alrededores de la estructura. Esto es apreciable en la figuras 5.12 y 5.13.



Figura 5.12 Deterioro de la tubería de aguas blancas (Septiembre, 2009).



Figura 5.13 Estado en el que se encuentra la maleza (Septiembre, 2009)

5.2 Comparación entre los elementos (estructurales y no estructurales) que componen el modelo rural modificado propuesto por F.E.D.E y los elementos (estructurales y no estructurales) que componen la estructura en estudio

La estructura del modelo rural modificado propuesto por el FEDE consiste en una estructura de acero, liviana, techada con un techo liviano (Acerolit). Las características de este modelo rural modificado, así como las discrepancias entre este modelo y la estructura del Centro de Educación Inicial Especial N° 100 se encuentran detalladas en la tabla 5.1.

Tabla 5.1 Características del sistema rural modificado y las diferencias que presenta la estructura de la institución.

| Descripción | Sistema rural modificado propuesto por F.E.D.E | Sistema rural modificado construido |
|-----------------------------------|---|---|
| Coordinación Dimensional. | <ul style="list-style-type: none"> • Módulo estructural: 5.90 x 3.05 metros • Altura de entre piso: 3.30 metros | <ul style="list-style-type: none"> • Módulos estructurales de: 6.5 x 3.20 metros 7.8 x 4.75 metros • Altura de entre piso: 3.10 metros |
| Fundaciones. | <ul style="list-style-type: none"> • Losa de fundación | <ul style="list-style-type: none"> • Fundaciones aisladas |
| Componentes estructurales. | <ul style="list-style-type: none"> • Vigas: perfiles IPN 120 • Columnas: perfiles IPN 140, fijados a la losa mediante un anclaje apernado. • Losas: losa de fundación de 15 cms de espesor. • Vigas de riostra: 25 x 30 cms • Cubierta: formada por perfiles omega (correas) sobre la cual se apoya una cubierta de paneles autoportantes. | <ul style="list-style-type: none"> • Vigas: perfiles IPN 100 • Columnas: perfiles IPN 100, fijados a la losa mediante un anclaje apernado. • Fundaciones aisladas. • Cubierta: formada por perfiles IPN 80 en el modulo 1 y CONDUVEN 80x40 en los módulos 2 y 3 (correas) sobre las cuales se apoya una cubierta de concreto armado liviano de espesor 4 cms. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Tabiquerías: paredes de | <ul style="list-style-type: none"> • Tabiquerías: paredes |

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| Componentes no estructurales. | bloque de arcilla, acabado interior-exterior con friso liso. Paredes laterales de bloque de 20 cms de espesor, acabado de friso salpicado. <ul style="list-style-type: none"> • Ventanas, puertas e instalaciones tipo y material: de acuerdo a las exigencias del sitio y del proyecto. | de bloque de concreto, acabado interior-exterior con friso liso. Paredes laterales de bloque de 15 cms de espesor, acabado de friso salpicado. <ul style="list-style-type: none"> • Ventanas, puertas e instalaciones tipo y material: de acuerdo a las exigencias del sitio y del proyecto. |
| Uniones estructurales. | <ul style="list-style-type: none"> • Uniones articuladas apernadas o soldadas. | <ul style="list-style-type: none"> • Uniones articuladas apernadas o soldadas. |

La tabla 5.1 muestra una serie de diferencias que existen entre el modelo propuesto por F.E.D.E y el construido, estas diferencias de las que se hablan son tanto en elementos estructurales como no estructurales y puede haberse dando por errores constructivos, fallas técnicas y falta de inspección.

Al hablar de tales diferencias es importante destacar el hecho de ser una estructura que fue diseñada para soportar una cubierta de paneles autoportantes, contrario a esto fue techada con un techo de concreto liviano (1800 kg/m^3) de 4 centímetros de espesor, que además, al momento de su construcción fue vaciado y cepillado para ser nivelado posteriormente con mortero, aunado a esto, fue cubierto con manto asfáltico para ser impermeabilizado.

Además de lo ya mencionado, vale la pena resaltar la diferencia de los perfiles para las columnas, ya que se usaron perfiles de menor sección que los que propone F.E.D.E (de perfiles IPN 140 a IPN 100) aun cuando a la estructura le fue puesto un techo más pesado.

Sin embargo, esta diferencia en los perfiles no solo se da en los elementos de las columnas sino también en las vigas de carga (de perfiles IPN 120 a IPN 100). Al momento de la construcción fueron vaciadas fundaciones aisladas y no una losa de fundaciones como debió haber sido.

A todo lo ya mencionado vale la pena agregar que todas estas diferencias se dieron en una estructura cuyas dimensiones discrepan, es decir, se trata de un estructura cuyas luces son de mayor longitud, tanto en largo como en ancho y de menor altura, tal como se muestra en los planos de la misma (Apéndices B.1, B.2 y B.3).

El conjunto de todas estas fallas y errores cometidos al momento de la construcción no ha permitido que los elementos de la estructura trabajen como deben, lo que ha traído como consecuencia el total estado de deterioro en el que se encuentra la planta física del preescolar.

5.3 Causas que provocaron el deterioro de los diferentes miembros de la estructura

La estructura de la planta física del Centro de Educación Inicial Especial N° 100 presenta una serie lesiones en los elementos estructurales y no estructurales que la componen, de tipo físicas, mecánicas y químicas, no son mas que el estado final de diversos procesos patológicos. Esto se ha dado por las fallas y errores cometidos al momento de su construcción.

Los elementos estructurales fueron chequeados según para lo cual fueron diseñados, es decir se chequeo las columnas a compresión, las vigas y correas a flexión (Apéndice C.1), además se usó una serie de tablas que describen las características generales de los perfiles utilizados (Anexos 2) y un conjunto de

ecuaciones utilizadas en el diseño de estructuras metálicas (Anexos 1) para la falla particular a determinar.

5.3.1 Elementos sometidos a flexión (correas, vigas de amarre y vigas de carga)

5.3.1.1 Módulo 1: luego de realizar los cálculos correspondientes al comportamiento de la estructura en este módulo en cuanto a las cargas que soporta se obtuvo que:

❖ En cuanto a las correas: se tiene que estas presentan una serie de fallas debido al sobrepeso con el que fueron cargadas, es decir, en el Apéndice C.1 se demuestra la flexión producida por el peso del techo de concreto, el mato asfáltico y el peso propio del perfil. Para un momento máximo de 263.70Kg.m igual a 26370Kg.cm, unas reacciones iguales a 172.36Kg y un esfuerzo cedente de 2500 Kg/cm², lo más relevante es:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{máx}$$

$$S_{máx} = 18.7cm^3 \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{máx}}{0.66F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 26370Kg.cm; F_y=2500Kg/cm^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{26370Kg.cm}{0.66(2500Kg/cm^2)} = 15.98cm^3$$

$$\therefore 18.70cm^3 > 15.98cm^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{\text{máx}}$$

$$d_{\text{máx}} = 8\text{cm} \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 475/28 = 16.96\text{cm}$$

$$\therefore 8\text{cm} < 16.96\text{cm} \text{ ; No Cumple!}$$

Chequeo de la flexión máxima:

$$\Delta \leq \Delta_{\text{máx}}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = L/300 = 475\text{cm}/300 = 1.58\text{cm}$$

$$I_x = 74.9\text{cm}^4 \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$\Delta = \frac{5qy.L^4}{384E.I_x} = \frac{5(0.5164\text{Kg/cm})(475\text{cm})^4}{384(2.1 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2)74.9\text{cm}^4} = 2.18\text{cm}^4$$

$$\therefore 1.58\text{cm} < 2.18\text{cm} \text{ ; No Cumple!}$$

Chequeo de la flexión esviada:

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{26370\text{Kg.cm}/18.70\text{cm}^3}{0.6(2500\text{Kg/cm}^2)} + \frac{2840\text{Kg.cm}/2.71\text{cm}^3}{0.75(2500\text{Kg/cm}^2)} = 1.50\text{cm}$$

$$\therefore 1.50\text{cm} > 1\text{cm} \text{ ; No Cumple!}$$

❖ En cuanto a las vigas de carga: al analizar las vigas de carga se obtuvo que para un momento máximo de aproximadamente 1800Kg.m igual a 180000Kg.cm y unas reacciones verticales en los apoyos iguales a 1300 Kg, con un esfuerzo cedente de 2500 Kg/cm², cabe destacar:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{\text{rec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$S_{\text{máx}} = 34.1\text{cm}^3 \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{\max}}{0.66F_y} \text{ El Momento M\u00e1ximo es de } 180000\text{Kg.cm}; F_y=2500\text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{180000\text{Kg.cm}}{0.66(2500\text{Kg/cm}^2)} = 109.09\text{cm}^3$$

$$\therefore 34.10\text{cm}^3 < 109.09\text{cm}^3 \text{ ;No Cumple!}$$

Chequeo del corte:

$$f_v < F_v$$

$$d = 100\text{mm} = 10\text{cm}; tw = 4.5\text{mm} = 0.45\text{cm} \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$f_v = \frac{R_{apoy}}{A_w} = \frac{1300\text{Kg}}{10\text{cm}(0.45\text{cm})} = 288.89\text{Kg/cm}^2$$

$$F_v = 1000\text{Kg/cm}^2$$

$$\therefore 288.89\text{Kg} > 1000\text{Kg} \text{ ;Cumple!}$$

Chequeo por flexi\u00f3n m\u00e1xima, se debe cumplir que:

$$\frac{L}{d} = \frac{392}{10} = 39.2\text{cm} \leq \frac{L}{d} = 28\text{cm} \therefore 39.2\text{cm} > 28\text{cm} \text{ ;No Cumple!}$$

❖ En cuanto a las vigas de amarre: para este caso en particular no se evaluaron, ya que las mismas son de concreto y no se cuenta con la informaci\u00f3n requerida, tal como es la resistencia del concreto, cantidad de acero utilizado, di\u00e1metros de las cabillas ni recubrimiento utilizado, solo se sabe que estas tienen dimensiones de 20 cent\u00edmetros de altura por 20 cent\u00edmetros de ancho.

5.3.1.2 M\u00f3dulo 2: luego de realizar los c\u00e1lculos correspondientes al comportamiento de la estructura en este modulo en cuanto a las fuerzas que soporta se obtuvo que:

❖ En cuanto a las correas: se tiene que estas presentan una serie de fallas

debido al sobrepeso con el que fueron cargadas, es decir, en el apéndice C.1 se demuestra que las especificaciones de los perfiles utilizados no cumplen con las especificaciones requeridas según las cargas que soportan (el peso del techo de concreto, el mato asfáltico y el peso propio del perfil). Para un momento máximo de 142.99Kg.m igual a 14299Kg.cm, unas reacciones iguales a 129.02Kg y un esfuerzo cedente de 3515 Kg/cm², lo más relevante de tales resultados es:Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{máx}$$

$$S_{máx} = 10.15cm^3 \text{ (Anexo 2, tabla 2)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{máx}}{0.72F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 142.99Kg.cm; F_y=2500Kg/cm^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{14299Kg.cm}{0.72(3515Kg/cm^2)} = 5.65cm^3$$

$$\therefore 5.65cm^3 < 10.15cm^3 \text{ ;Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{máx}$$

$$d_{máx} = 8cm \text{ (Anexo 2, tabla 2)}$$

$$L/d = 20 \Rightarrow d = L/20 \therefore d = 320/20 = 16cm$$

$$\therefore 8cm < 16cm \text{ ;No Cumple!}$$

Chequeo de la flexión máxima:

$$\Delta \leq \Delta_{máx}$$

$$\Delta_{máx} = L/300 = 320cm/300 = 1.07cm$$

$$I_x = 40.61cm^4 \text{ (Anexo 2, tabla 2)}$$

$$\Delta = \frac{5qy.L^4}{384E.I_x} = \frac{5(0.4957Kg/cm)(320cm)^4}{384(2.1 \times 10^6 Kg/cm^2)40.61cm^4} = 0.79cm^4$$

$\therefore 1.07\text{cm} > 0.79\text{cm}$ ¡Cumple!

Chequeo de la flexión esviada:

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{14299\text{Kg.cm}/10.15\text{cm}^3}{0.6(3515\text{Kg/cm}^2)} + \frac{1540\text{Kg.cm}/6.92\text{cm}^3}{0.75(3515\text{Kg/cm}^2)} = 0.75\text{cm}$$

$\therefore 0.75\text{cm} < 1\text{cm}$ ¡Cumple!

❖ En cuanto a las vigas de carga: al analizar las vigas de carga se obtuvo que para un momento máximo de aproximadamente 1400Kg.m igual a 140000Kg.cm y unas reacciones verticales en los apoyos iguales a 900Kg, con un esfuerzo cedente de 2500 Kg/cm², cabe destacar:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 34.1\text{cm}^3 \text{ (Anexo 2, Tabla 1)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.66F_y} \text{ El Momento M\acute{a}ximo es de } 140000\text{Kg.cm}; F_y=2500\text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{140000\text{Kg.cm}}{0.66(2500\text{Kg/cm}^2)} = 84.85\text{cm}^3$$

$\therefore 34.10\text{cm}^3 < 84.85\text{cm}^3$ ¡No Cumple!

Chequeo del corte:

$$f_v < F_v$$

$d = 100\text{mm} = 10\text{cm}$; $t_w = 4.5\text{mm} = 0.45\text{cm}$ (Anexo 2, Tabla 1, Características para perfiles)

$$f_v = \frac{R_{apoy}}{A_w} = \frac{900\text{Kg}}{10\text{cm}(0.45\text{cm})} = 200\text{Kg/cm}^2$$

$$F_v = 1000 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\therefore 200 \text{ Kg} / \text{cm}^2 < 1000 \text{ Kg} / \text{cm}^2 \text{ ; Cumple!}$$

Chequeo por flexión máxima, se debe cumplir que:

$$\frac{L}{d} = \frac{327}{10} = 32.7 \text{ cm} \leq \frac{L}{d} = 28 \text{ cm}$$

$$\therefore 32.7 \text{ cm} > 28 \text{ cm} \text{ ; No Cumple!}$$

❖ En cuanto a las vigas de amarre: para este elemento estructural se tiene que para un momento de 11Kg.m y unas reacciones verticales en los apoyos de 950Kg se obtuvo lo siguiente:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 34.10 \text{ cm}^3 \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.6 F_y} \text{ El Momento M\acute{a}ximo es de } 1100 \text{ Kg.cm; } F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{1100 \text{ Kg.cm}}{0.6(2500 \text{ Kg} / \text{cm}^2)} = 0.67 \text{ cm}^3$$

$$\therefore 34.10 \text{ cm}^3 > 0.67 \text{ cm}^3 \text{ ; Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{m\acute{a}x}$$

$$d_{m\acute{a}x} = 8 \text{ cm} \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 320/28 = 11.43 \text{ cm}$$

$$\therefore 8 \text{ cm} < 11.43 \text{ cm} \text{ ; No Cumple!}$$

5.3.1.3 Módulo 3: luego de realizar los cálculos correspondientes al comportamiento de la estructura en este módulo, en cuanto a las fuerzas que soporta se obtuvo que:

❖ En cuanto a las correas: se tiene que estas presentan una serie de fallas debido al sobrepeso con el que fueron cargadas, es decir, en el apéndice C1 se demuestra que las especificaciones de los perfiles utilizados no cumplen con las especificaciones requeridas según las cargas que soportan (el peso del techo de concreto, el mato asfáltico y el peso propio del perfil). Para un momento máximo de 142.99Kg.m igual a 14299Kg.cm, unas reacciones iguales a 129.02Kg y un esfuerzo cedente de 3515Kg/cm², lo más relevante de tales resultados es:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{máx}$$

$$S_{máx} = 10.15cm^3 \text{ (Anexo 2, tabla 2)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{máx}}{0.72F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 14299Kg.cm; F_y=3515Kg/cm^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{14299 Kg.cm}{0.72(3515 Kg/cm^2)} = 5.65cm^3$$

$$\therefore 10.15cm^3 > 5.65cm^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{máx}$$

$$d_{máx} = 8cm \text{ (Anexo 2, tabla 2)}$$

$$L/d = 20 \Rightarrow d = L/20 \therefore d = 320/20 = 16cm$$

$$\therefore 8cm < 16cm \text{ ¡No Cumple!}$$

Chequeo de la flexión máxima:

$$\Delta \leq \Delta_{máx}$$

$$\Delta_{máx} = L/300 = 320cm/300 = 1.07cm$$

$I_x = 40.61\text{cm}^4$ (Anexo 2, tabla 2)

$$\Delta = \frac{5q_y.L^4}{384E.I_x} = \frac{5(0.4957\text{Kg/cm})(320\text{cm})^4}{384(2.1 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2)40.61\text{cm}^4} = 0.79\text{cm}^4$$

$\therefore 1.07\text{cm} > 0.79\text{cm}$ ¡Cumple!

Chequeo de la flexión esviada:

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{14299\text{Kg.cm}/10.15\text{cm}^3}{0.6(3515\text{Kg/cm}^2)} + \frac{1540\text{Kg.cm}/6.92\text{cm}^3}{0.75(3515\text{Kg/cm}^2)} = 0.75\text{cm}$$

$\therefore 0.75\text{cm} < 1\text{cm}$ ¡Cumple!

❖ En cuanto a las vigas de carga: al analizar las vigas de carga se obtuvo que para un momento máximo de aproximadamente 900Kg.m igual a 90000Kg.cm y unas reacciones verticales en los apoyos iguales a 900 Kg, con un esfuerzo cedente de 2500 Kg/cm², cabe destacar:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 34.1\text{cm}^3 \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.66F_y} \text{ El Momento M\acute{a}ximo es de } 90000\text{Kg.cm}; F_y=2500\text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{90000\text{Kg.cm}}{0.66(2500\text{Kg/cm}^2)} = 54.56\text{cm}^3$$

$\therefore 34.10\text{cm}^3 < 54.56\text{cm}^3$ ¡No Cumple!

Chequeo del corte:

$$f_v < F_v$$

$$d = 100\text{mm} = 10\text{cm}; t_w = 4.5\text{mm} = 0.45\text{cm} \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$f_v = \frac{R_{apoy}}{A_w} = \frac{900Kg}{10cm(0.45cm)} = 200Kg/cm^2$$

$$F_v = 1000Kg/cm^2$$

$$\therefore 200Kg/cm^2 < 1000Kg/cm^2 \text{ ;Cumple!}$$

Chequeo por flexión máxima, se debe cumplir que:

$$\frac{L}{d} = \frac{327}{10} = 32.7cm \leq \frac{L}{d} = 28cm \therefore 32.7cm > 28cm \text{ ;No Cumple!}$$

❖ En cuanto a las vigas de amarre: para este elemento estructural se tiene que para un momento de 11Kg.m y unas reacciones verticales en los apoyos de 950Kg se obtuvo lo siguiente:

Chequeo del módulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{máx}$$

$$S_{máx} = 34.10cm^3 \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{máx}}{0.6F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 1100Kg.cm; F_y=2500Kg/cm^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{1100Kg.cm}{0.66(2500Kg/cm^2)} = 0.67cm^3$$

$$\therefore 34.10cm^3 > 0.67cm^3 \text{ ;Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{máx}$$

$$d_{máx} = 8cm \text{ (Anexo 2, tabla 1)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 320/28 = 11.43cm$$

$$\therefore 8cm < 11.43cm \text{ ;No Cumple!}$$

5.3.2 Elementos sometidos a compresión (columnas)

5.3.2.1 Módulo 1: para este caso en particular las columnas de este modulo no se evaluaron ya que, por ser de concreto no se posee la información necesaria, tal como es el caso de la resistencia del concreto, la cantidad de acero utilizada al momento de su elaboración, diámetros tanto del acero principal como de los estribos ni el recubrimiento empleado, solo se conoce de las columnas de este modulo que con columnas cuadradas de 20centímetros por 20 centímetros.

5.3.2.2 Módulo 2 y modulo 3: la evaluación del comportamiento estructural de las columnas de estos dos módulos se realizó teniendo en cuenta que se trata de perfiles IPN 100, estas están sometidas a una serie de cargas gravitacionales igual 975 Kg, para lo cual también se considero el hecho de que la estructura no esta arriostrada en ninguno de los sentidos, además estos perfiles poseen un esfuerzo cedente de 2500 Kg/cm², para tal caso lo mas importante es:

Chequeo del radio de giro:

$$r_x > r_{máx.x} \text{ y } r_y > r_{máx.y}$$

Tanto $K_x = K_y = 0.7$

$$I_{nec} = \frac{P_{crit}(KL)^2}{\pi^2 E} \Rightarrow I_{nec} = \frac{1950Kg(0.7 * 298)^2}{\pi^2 (2.1 * 10^6 Kg / cm^2)} = 4.09cm^4$$

Se debe cumplir con que:

$$I_x > I_{nec}, \therefore 4.09cm^4 < 170cm^4 \text{ ¡Cumple!}$$

$$r_x = 4.00cm$$

Debe cumplir que:

$$\frac{KL}{r_x} \leq 120 \Rightarrow \frac{0.7 * 298}{4} = 52.15 \therefore \text{¡Cumple!}$$

En cuanto a los esfuerzos admisibles debe cumplirse que:

$$F_a > f_a, f_a = 183.96 \text{Kg/cm}^2 \text{ y } F_a = 1000 \text{Kg/cm}^2$$

$\therefore F_a > f_a$ ¡Cumple!

Vale la pena destacar que los elementos seleccionados a ser chequeados en esta sección son aquellos que trabajan en condiciones más desfavorables, es decir, aquellos que están sometidos a mayores esfuerzos pero que a su vez representan una muestra representativa mayoritaria de los mismos, ya que la mayoría de tales elementos, según sea el caso están sometidos a estos esfuerzos.

5.3.3 Fundaciones

Para el caso de las fundaciones, las mismas no pudieron ser chequeadas por asentamiento, flexión, corte, punzonado, ni aplastamiento ya que no se tienen datos suficientes para realizar tales cálculos, datos como la resistencia del concreto utilizado al ser vaciadas, dimensiones de las fundaciones, cantidad de acero, diámetro correspondiente al acero de refuerzo y por último la profundidad a la cual fueron colocadas las mismas, de estas solo se conoce que son fundaciones aisladas, sin embargo este dato es muy pobre para determinar si las condiciones a la que están sometidas así como también calcular si las cargas que tienen aplicadas les permiten trabajar en óptimas condiciones al recibir y transferir al suelo el peso total de la estructura. Además por otra parte vale la pena destacar que también se carece de datos relacionados a las planchas bases de columnas. Desconociéndose también la resistencia del suelo con la cual fueron calculadas.

Debido a lo antes expuesto se observó claramente la falla en las correas y vigas de carga al ser sometidas a flexiones mucho mayores a las permisibles, dado que

estos elementos se flectaron cabe destacar que el techo por ser un elemento rígido y de concreto, nada flexible fallo, dando lugar a las grietas que se observan a lo largo de todo el techo de la institución, ta como se muestra en la figura 5.14. Son grietas paralelas a la dirección de los pórticos y perpendiculares a la dirección de las correas.



Figura 5.14 Grieta paralela al pórtico, (Septiembre, 2009).

Sin embargo la deflexión de las vigas de carga y correas no es la única patología que presentan estos elementos estructurales, en el caso de la viga de carga del modulo 1, la misma falla por corte ya que la fuerza aplicada sobre la misma es mayor a la permisible.

5.3.4 Grietas en paredes y columnas.

La estructura presenta una serie de las grietas que entran dentro de la clasificación de grietas vivas, se han dado por diferentes causas, existen unas que se han generado por efecto de la corrosión u oxidación del acero de refuerzo, desprendimiento de las paredes debido a errores constructivos y grietas por presunto asentamiento diferencial del suelo.

5.3.4.1 Grietas por corrosión u oxidación del acero de refuerzo: este caso se presentan en aquellas grietas que se caracterizan por ser verticales y encontrarse justo a lo largo del acero de refuerzo de algunas de las columnas del modulo 1, se generan porque la corrosión de un metal es un proceso electroquímico que requiere un agente oxidante, humedad y flujo de electrones dentro del metal, se producen una serie de reacciones químicas en la superficie del metal y cerca de la misma. Mientras el acero de refuerzo se oxida y se va acumulando, el concreto sufre esfuerzo de tensión, causando explosiones en el concreto.

5.3.4.2 Grietas por separación de las paredes debido a errores constructivos: estas se presentan justo en las cruces entre dos paredes o en la unión de las mismas con las columnas y se dan por consecuencia de la mala e incorrecta colocación de los bloques de concreto al momento que se construyeron las paredes, es decir, la mala colocación de los bloques dio como resultado que las paredes con el paso del tiempo se desprendieran una de otra en las columnas, generando una abertura a través de todo el mortero del friso.

5.3.4.3 Grietas por asentamiento diferencial del suelo: estas se observan en la parte de abajo de una pared, es una grieta inclinada, más o menos a 45° que se dio como resultado del exceso de peso en la estructura, transferido a una fundación que no fue diseñada para soportar tal peso y por ende el suelo termino asentándose diferencialmente. Esto se evidencia cuando se ve una separación significativa entre la pared de bloque y la columna que varia y aumenta a medida que aumenta también la altura de la pared.

5.4 Determinación de la influencia de las variables ambientales externas sobre la estructura de la institución

La influencia de las variables ambientales externas en el deterioro de la estructura de la institución esta dada para ciertas situaciones, tal es el caso de la corrosión y oxidación en las correas, vigas de cargas y de amarre, pequeños desprendimientos de concreto en el techo y filtraciones de agua a través de las paredes. Es válido destacar que la inexistencia de agua potable dentro de la institución se ha convertido también en un problema de carácter ambiental junto al alto nivel alcanzado por la maleza en los alrededores de la institución y la presencia de aguas de lluvia dentro de las instalaciones de la escuela.

Las grietas presentes en los techos, sumado al avanzado estado de deterioro en el que se encuentra el manto asfáltico han dado lugar a las filtraciones de agua de lluvia a las que está sometida el techo. Una vez que el agua de lluvia se filtra a través de estas grietas y moja a los elementos metálicos (correas, vigas de carga y de amarre) se produce una reacción química en el acero, generando la oxidación de estos elementos y lo que con los días produce la corrosión de los mismos, esto se puede verificar en la figura 5.15.



Figura 5.15 Estado oxidado y corroído en el que se encuentra la estructura. (Septiembre, 2009).

A su vez el acero oxidado genera una reacción sobre el concreto que hace que sobre la cara mas expuesta a tal situación sufra perdidas de material por desprendimiento del mismo, esto se puede verificar en la figura 5.16.



Figura 5.16 Pequeños desprendimientos del concreto
(Septiembre, 2009).

El agua de lluvia no solo se filtra a través del techo por el estado en el que se encuentra sino también se filtra a través de las paredes, algunas de estas presentan humedades como pruebas de que han sido sometidas a filtraciones, la figura 5.17 muestra tales filtraciones.



Figura 5.17 Filtraciones de aguas de lluvia a través de las paredes. (Septiembre, 2009).

Aunado a lo antes dicho, en la unión entre los pórticos del módulo 1 y los pórticos del módulo 2 así como también la unión entre los pórticos de los módulos 2 y 3 existen dos canales colocados con la idea de que el agua de lluvia corra a través de él y no se quede almacenada en el techo, sin embargo estos canales están en un muy avanzado estado de deterioro, por el contrario la situación en la que se encuentra facilita que el agua de lluvia termine quedando en la parte de adentro de la institución generando problemas de contaminación en el interior del preescolar, acción que perjudica directamente a quienes allí laboran y se forman; También la presencia de esta agua sobre el piso termina por deteriorarlo, estas condiciones en la que se encuentra los canales se evidencia en la figura 5.18.



Figura 5.18 Mal estado en el que se encuentran los canales destinados a escurrir el agua de lluvia.
(Septiembre, 2009)

5.5 Propuesta de los métodos de reparación de los diferentes elementos de la estructura que presentan deterioros

Ante la serie de patologías que presentan los miembros estructurales y no estructurales del Centro de Educación Inicial Especial N°100, en este objetivo se plantean los métodos de reparación de los mismos, sin embargo cabe destacar que vale la pena reparar una cierta cantidad de estos elementos estructurales y no estructurales, pues que no a todos estos elementos basta solo con repararlos, es decir, para tales casos conviene mas aplicar soluciones integrales ya que los daños en los mismos han resultado irreversibles.

Es importante recordar que el módulo 1 es una estructura cuyas columnas y vigas de amarre son de concreto, mientras las vigas de carga y las correas son perfiles

de acero, por otro lado los módulos 2 y 3 son estructuras de acero cuyas columnas, vigas de amarre, vigas de carga y correas son perfiles de acero, perfiles “I” y perfiles CONDUVEN.

5.5.1 Módulo 1

Para este módulo vale la pena realizar una serie de reparaciones. En cuanto a la cubierta lo mas conveniente y ante la falla que la misma presenta la mejor opción es demolerla y sustituirlo por una nueva, mas liviana, con un techo raso que permita darle al espacio, la estética y comodidad necesaria para el uso que se previo al construirla.

Las correas deben ser sustituidas ya que están flectadas, oxidadas y corroídas.

Por su parte las vigas de carga en cada uno de los pórticos de este módulo deben ser sustituidas ya que también presentan deflexión, oxidación y corrosión.

Los pesos de cada uno de los perfiles antes mencionados así como también las condiciones generales que cumplen los mismos se encuentran descritos en los Anexos 2, en el cual se demuestran las características generales que poseen cada uno de los perfiles que cumplen con las especificaciones requeridas según sea el caso para el cual hayan sido destinados.

En el caso de las grietas que se presentan a lo largo de la estructura vale la pena mencionar que se aplicará un método de reparación correspondiente a los dos casos, es decir, para las grietas por corrosión y oxidación, así como también para las grietas por desprendimiento, sin embargo para cada caso en particular se realizará diferentes procedimientos bajo el mismo método.

5.5.2 Módulo 2 y 3

En el caso de los módulos 2 y 3 se observa en el Apéndice C.1 como cada una de los elementos estructurales fallan, es decir, según estos no cumplen con los requerimientos exigidos, y esto pasa con todos los elementos, correas, vigas de carga y vigas de amarre, se presume que según lo que evidencian las fundaciones, estas tampoco cumplen con los requerimientos normativos exigidos. Por la razón antes expuesta se plantea demoler los módulos 2 y 3 para construirlos bajo un diseño que este realmente adecuado a las condiciones para las cuales van a trabajar cada uno de sus ellos (Apéndice D.1).

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Formulación de la propuesta

Ante la problemática que aqueja el Centro de Educación Inicial Especial N°100 ubicado en el Barrio Virgen del Valle, Parroquia Vista Hermosa, Municipio Heres del Estado Bolívar y con ello la manera en que tal problemática ha afectado directamente al alumnado, personal docente, administrativo y obrero del plantel, así como también a la comunidad en general del sector antes mencionado. En este capítulo se plantea una propuesta como solución a tal situación. Esta propuesta esta dirigida a la elaboración de un plan de rehabilitación, mejoras y mantenimiento preventivo que permita restaurar la estructura de la institución educativa con la finalidad de recuperar el espacio que en principio fue destinado a la formación y educación de la generación de relevo, estos niños y niñas son los más afectados con la situación del plantel educativo, es por esto la urgente necesidad de recuperar las instalaciones del preescolar, para proporcionarle al alumnado, personal docente, administrativo y obrero unas instalaciones seguras y dignas para la formación de los niños y niñas de la comunidad.

La propuesta antes mencionada está planteada a continuación de manera clara y concisa, detalla en primera instancia las actividades requeridas para la restauración del módulo 1, la demolición y reconstrucción de los módulos 2 y 3, además de las soluciones a los problemas ambientales de la institución.

6.2 Restauración del Módulo 1

6.2.1 Remoción del techo

Debido al estado de deterioro en el que se encuentra el módulo 1 de la institución y las fallas determinadas en el capítulo anterior en esta sección se proponen las principales actividades a realizar con el fin de lograr la recuperación de dicha estructura.

Primero que nada es necesario remover el techo existente y todo lo que ello conlleva, es decir, la cubierta y las correas además es necesario remover también las vigas de carga, esto como consecuencia de las diferentes fallas que presentan cada una de los elementos ya mencionados cuya evidencia se presenta de manera más atenuada en las grietas de la cubierta de concreto.

6.2.2 Reparación de las grietas

Una vez removido el techo es conveniente reparar cada una de las grietas que presenta la estructura aplicando el método correspondiente a los tipos de grietas presentes en la misma, para lo cual se aplicará el método de perfilado y sellado de grietas en dos procedimientos diferentes.

6.2.2.1 Grietas por corrosión y oxidación: para la reparación de este tipo de grietas se aplicará el método de perfilado y sellado de grietas bajo el procedimiento que consistirá primero que nada en retirar el acero de refuerzo corroído, cortándolo, se removerá el concreto hasta donde no este corroído el acero, luego se colocará un nuevo acero de refuerzo haciendo uso de la soldadura corrida, se le agrega aditivo Sika Dur 32 ó Sikalate a la mezcla de concreto nuevo a fin de que esta se adhiera al concreto que ya está. Es importante aclarar que para la aplicación de tal método será

necesario encofrar y apuntalar la columna antes de empezar, ya que, este elemento estructural estará sometido a un proceso que involucra el acero de refuerzo del mismo, debido a esto se considera un procedimiento delicado para el que debe temarse las precauciones necesarias..

6.2.2.2 Grietas por desprendimiento: para este tipo de grietas se aplicará también el método de perfilado y sellado pero bajo otro procedimiento en esencia consiste en lo mismo que el anterior. Lo primero que se requiere es agrandar la grieta a lo largo de toda su cara expuesta para poder ser llenada y sellada con un sellador especial para grietas, de alta calidad, este se conoce en el mercado con el nombre de aditivo Sika Top Elástico, básicamente es una pasta elástica impermeable que por ser menos fluidos permite trabajar en superficies verticales ya que el procedimiento es mayormente recomendado en superficies planas a pesar de no estar limitado a usar en estas superficies.

6.2.3 Sustitución de las vigas de carga

Una vez removido el techo viejo y reparadas las grietas se debe proceder a colocar las vigas de cargas, estas van a estar encargadas de soportar el peso de la cubierta del techo, las correas y el suyo propio y transferirlo a las columnas. Según lo antes dicho las vigas de carga van a generar unas reacciones en los apoyos de sus extremos igual a 600Kg y un momento máximo igual 850Kg.m aproximadamente igual en una longitud total de 7.8mt. Con las condiciones ya mencionadas se escogió un perfil IPN SIDOR 144x66mm (Apéndice D.1).

6.2.4 Sustitución del techo

Para la sustitución del techo se dividirá en dos partes, las cuales esta referidas a las correas y la cubierta.

6.2.4.1 Correas: el diseño de las correas se realizó considerando el peso de la cubierta, el peso propio del perfil (asumido), sobrecarga del viento, sobrecarga por montaje a la mitad de la luz y se determinó que las mismas van a estar sometidas a una reacción en los apoyos de sus extremos igual a 73.91Kg un momento máximo de 146.80Kg.m, para lo cual se seleccionó un perfil cuyas características cumplieran con las requeridas, este es un perfil rectangular CONDUVEN designación 100x40mm.

6.2.4.2 Cubierta: en el Apéndice D.1 se encuentra el diseño de los elementos a sustituir en el módulo 1, el cual resalta que para el caso de la cubierta se escogió techar la estructura con unas laminas de cemento poroso endurecido cuyo peso es de 10Kg/m², este es un techo mucho mas liviano y a su vez generará esfuerzos mucho menores sobre la estructura que los que generan el techo existente.

Una vez colocadas las nuevas vigas de cargas, correas y cubierta de techo se colocará un cielo raso de Fibrolit que es una lámina de fibrocemento lisa de dimensiones 60.5cm x 121.0 cm con el fin de proporcionar al espacio un poco mas de estética y un clima interior un poco más agradable.

6.3 Demolición y reconstrucción de los Módulos 2 y 3

6.3.1 Demolición de los módulos 2 y 3

Como se observó en el capítulo anterior, estos dos módulos están sometidos a una serie de fallas estructurales debido a la exceso de peso con el que fue techada la estructura, razón por la cual cada uno de los elementos han presentado problemas y se encuentran tan deteriorados que resulta mas conveniente demolerla y construirla de nuevo que repararla. Es por esta razón que esta sección de este capítulo, busca en primera instancia, plantear la demolición de estos dos módulos en su totalidad, una vez demolidos en este mismo espacio fundar y levantar de nuevo la estructura, bajo

un diseño realizado para que la misma cumpla con los requerimientos necesarios y cada uno de los elementos trabajen de manera eficiente según sea el caso para el cual a sido diseñado.

6.3.2 Reconstrucción de la estructura de los Módulos 2 y 3

Luego de demoler los módulos 2 y 3 se preparará el suelo para la construcción sobre el mismo suelo nuevamente de la estructura, que constará de cinco etapas, el vaciado de las fundaciones, pedestales y vigas de riostra, la colocación de los pórticos (columnas y vigas de cargas), vigas de amarre, correas, cubierta del techo, por último los detalles de albañilería.

6.3.2.1 Fundaciones, pedestales y vigas de riostra: una vez que sean demolidos los módulos 2 y 3 se procederá a preparar el suelo en el cual se volverá a fundar la estructura que será reconstruida, en el Apéndice D.1 se muestra el diseño de tal estructura, las fundaciones de la misma estarán sometidas a una carga de 2200Kg, es un suelo arenoso cuya carga admisible se considera de $1\text{Kg}/\text{cm}^2$, estas fundaciones serán vaciadas con un concreto cuya resistencia a la compresión a los 28 días es de $200\text{Kg}/\text{cm}^2$, de lo que resultó unas fundaciones con dimensiones son de $0.8\text{m}\times 0.8\text{m}\times 0.2\text{m}$, con estas dimensiones las fundaciones cumplen con un asentamiento menor al normativo y además reforzadas con 5 cabillas de $\frac{1}{2}$ " cada veinte centímetros en ambos sentidos y con unos ganchos de 10 centímetros.

Luego de vaciar las fundaciones se procederá a realizar el vaciado vaciar los pedestales y vigas de riostra. Las dimensiones de los pedestales serán de $0.3\text{m}\times 0.3\text{m}\times 0.5\text{m}$ con una resistencia a la compresión del concreto de $200\text{Kg}/\text{cm}^2$, con acero de refuerzo igual a 5 cabillas de $\frac{1}{2}$ ", estribos de $\frac{3}{8}$ " espaciados cada 17.5 centímetros y con un recubrimiento de 5cm.

Sobre el pedestal será fijada la plancha base de columna de dimensiones 20cmx25cmx0.75cm la cual se soldará con electrodos E-70xx y se colocarán 2 pernos de 5/8" de pulgadas.

La viga de riostra tendrá una sección de 0.25cmx0.30cm, será vaciada con un concreto de resistencia a la compresión de 200Kg/cm², el acero de refuerzo principal será 4 cabillas de 1/2" y los estribos serán colocados con cabillas de 3/8" espaciados a cada 20cm. Luego se colocará una malla electrosoldada de 100cmx100cmx0.4cm y se vaciará un sobrepiso de concreto de espesor 4 centímetros. Este detalle se puede ver en la figura 6.1

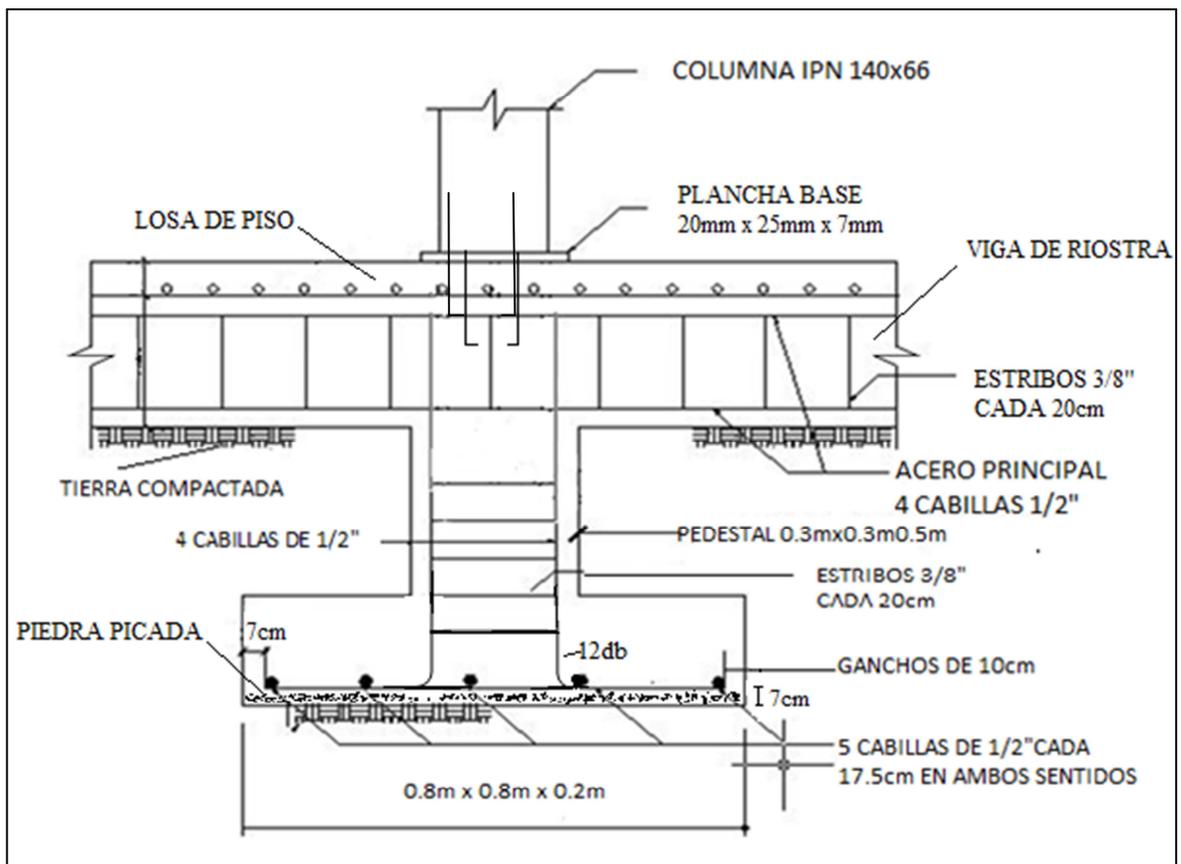


Figura 6.1 Detalle de la fundación propuesta

6.3.2.2 Colocación de los pórticos (columnas y vigas de carga): sobre la planchas bases de columnas serán fijadas las columnas estas están sometidas a una carga crítica igual 1500Kg , de lo cual haciendo los respectivos chequeos de esbeltez e inercia correspondientes se seleccionó un perfil IPN SIDOR designación 140mmx66mm para que trabajen como columnas de la estructura.

Las vigas de carga estarán sometidas a unas reacciones en los apoyos de sus extremos de 550Kg y a su vez las cargas transmitidas a ellas por las correas del techo mas el peso propio del perfil generarán un momento máximo de 600kg.m, para estas condiciones se verificó que cumpliera con las especificaciones requeridas y se seleccionó un perfil. IPN SIDOR designación 140mmx66mm Para la construcción de las vigas de carga.

6.3.2.3 Vigas de amarre: estas vigas no generan momentos muy grandes, ya que las mismas están diseñadas para amarrar la estructura, el diseño de estas fue definido por las condiciones de flexión máxima, razón por la cual se seleccionó un perfil I SIDOR designación 120mmx58mm, perfil que cumple satisfactoriamente con dichas condiciones.

6.3.2.4 Correas: para una cubierta del techo de cemento poroso endurecido que tiene un peso de 10Kg/m^2 , considerando además las cargas por efecto del viento, de montaje mas el peso propio en dos combinaciones diferentes de cargas, se obtuvo que para las condiciones mas desfavorable las correas están sometidas a reacciones en los apoyos de sus extremos de 64.01 Kg y un momento máximo de 86.71Kg.m, para estos requerimientos se determino que el perfil que los cubre es CONDUVEN 80X40mm.

6.3.2.5 Unidades de albañilería: los cerramientos de la institución serán bloque de cemento de 20 cm de espesor, con un acabado interior-exterior de friso liso y en las paredes laterales el mismo bloque pero con un acabado exterior de friso salpicado.

6.3.2.6 Colocación del cielo raso: luego de culminar satisfactoriamente de cumplir con las actividades de albañilería se colocará el cielo raso, cuyas laminas son de Fibrolit que es una lámina de fibrocemento lisa de dimensiones 60.5cm x 121.0 cm con el fin de proporcionar al espacio un poco mas de estética y un clima interior un más agradable.

6.3.3 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico del módulo 1 será reparado debido al estado de deterioro en el que se encuentra, se cambiará todo el cableado, interruptores combinables simples y termomagneticos, tomacorriente, cajetines y lámparas de iluminación, así como también se sustituirá el tablero eléctrico, sin embargo la cantidad de puntos de iluminación se mantienen.

En los módulos 2 y 3 está claro que tanto el cableado, lámparas, interruptores y tomacorrientes serán restituidos, ya que esta parte de la estructura será demolida.

Además de dar solución a los problemas eléctricos interiores vale la pena destacar también la propuesta de la colocación de dos puntos externos de iluminación, es decir, 2 reflectores.

6.3.4 Agua potable

En vista de la inexistencia de agua potable en las instalaciones de la institución en esta parte se plantea la sustitución de las tuberías de aguas blancas en la planta

física del preescolar, sustituir la tubería principal por una tubería PVC de diámetro ¾” que quede embutida o enterrada , así como también la sustitución de los puntos de aguas blancas, llaves y otra grifería, de esta manera poder proporcionar el servicio de agua potable dentro de la institución además de de garantizar la existencia del mismo en el futuro.

6.3.5 Maleza

Ante este problema de maleza en los alrededores inmediatos de la institución la solución propuesta es, en primera instancia aprovechar la demolición de los módulos 2 y 3, cortar la maleza en su totalidad, excavar 5 cm y vaciar un sobrepiso de concreto $f'c=100\text{Kg/cm}^2$, con de acero de refuerzo una malla electrosoldada SIDETUR de rollo tipo estándar de dimensiones 6*6*50 cuyo diámetro de los alambres es de 3.43mm y su peso de 48.76Kg/pieza.

Además de lo ya propuesto también se plantea la recuperación del parque infantil que se encuentra dentro de las instalaciones del preescolar, destinado al disfrute y recreación de los niños allí matriculados, ya que el mismo también presenta un avanzado estado de deterioro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Una vez explicados de manera detallada cada uno de los capítulos que componen el trabajo de grado se concluye lo siguiente:

1. La búsqueda de información sobre el comportamiento de estructuras metálicas permitió tener un amplio conocimiento acerca de este tipo de estructuras, con lo cual se pudo determinar las fallas de la misma y proponer soluciones ante la problemática que aqueja al Centro de Educación Inicial Especial N°100.

2. La inspección al momento de la construcción de cualquier obra civil juega un papel determinante sobre la obtención de excelentes resultados, por lo que, la falta de inspección al momento de la construcción del preescolar, se ha convertido en el principal factor que influye el estado de deterioro que se encuentra actualmente el instituto educativo y el mal funcionamiento de la estructura del mismo.

3. En el campo de la ingeniería civil es absolutamente necesario darle fiel cumplimiento a una serie de criterios y acciones especificadas en las normas al momento de proyectar, ejecutar y mantener una obra, para el caso en particular, está claro que no se le dio tal cumplimiento, ni proyectando, ejecutando y mucho menos manteniendo la planta física de preescolar, esto se evidencia en la serie de fallas que presenta la misma.

4. La Fundación de Edificaciones y Dotaciones Educativas (F.E.D.E) ha propuesto una serie de modelos constructivos de edificaciones, durante la construcción de este preescolar se buscó seguir el modelo rural modificado, pero

5. , realizando una serie de cambios, cambios que convirtieron tal modelo en una estructura totalmente no funcional, que se ha convertido hoy en día en un espacio de peligro para los niños matriculados, personal docente, obrero y administrativo que allí labora.

6. Si en una estructura uno de sus elementos falla, los demás se van a ver afectados. En el caso de la estructura de este centro educativo el exceso de peso con el que fue techado, así como también vigas y correas bastante livianas para luces muy grandes generó deflexiones mucho mayores a las permitidas tanto en las vigas de carga, de amarre y correas, razón por la cual el techo, que además es un elemento rígido por ser de concreto, ha venido presentando una serie de agrietamientos considerables.

7. La clara evidencia de la presencia de asentamiento diferencial en algunas de las fundaciones de los módulos 2 y 3, permite sostener la propuesta de que es más conveniente demoler estos módulos en lugar de repararlos, es decir, el exceso de peso con el que fue techado la estructura no afecta solo a los elementos de la superestructura sino también a los elementos de la infraestructura (fundaciones), de las cuales, a pesar de no poseer suficientes datos para estudiar su comportamiento, a través de las imágenes que se captaron en campo, se puede observar que han sufrido asentamiento, lo que es un indicio de cómo ha afectado el exceso de peso sobre unas fundaciones que posiblemente no cumplan con los requerimientos necesarios. Esta serie de patologías estructurales que presentan los módulos 2 y 3 los deja en condiciones de irrecuperables.

8. La estructura del Centro de Educación Inicial Especial N° 100 no solo presenta lesiones de carácter mecánico, tal es el caso de las deflexiones y asentamientos, manifestados en grietas a lo largo de la cubierta del techo y las paredes, sino que también presenta lesiones de carácter físico que se evidencia ante la

presencia de humedad por filtraciones y también lesiones de tipo químicas que se evidencian en la presencia de oxidación y corrosión en el acero de refuerzo.

9. La filtración de agua a través de las grietas del techo han generado sobre el acero de refuerzo oxidación y corrosión, lo que ha traído consigo pequeños desprendimientos en el concreto de la cubierta, que si bien, no ha sido determinante sobre el estado en el que se encuentra la estructura del centro educativo, si aumenta la problemática de la estructura.

10. El estado en el que se encuentra la maleza en los alrededores de la institución, la inexistencia de agua potable en el interior, las fallas en el sistema eléctrico interior y exterior, representan un factor que ha contribuido a aumentar el estado de abandono y deterioro en el que se encuentra el centro educativo.

Recomendaciones

1. A las autoridades del Centro de Educación Inicial Especial N° 100 y a la comunidad en general del sector Virgen del Valle seguir insistiendo ante las autoridades gubernamentales a fin de darle solución a la problemática que presenta dicha institución, de esta manera lograr brindarle a los niños de la comunidad un espacio digno para el desarrollo de sus actividades educativas.

2. Demoler los módulos 2 y 3 y volver a construirlos, bajo un diseño que si cumpla con las normas venezolanas y con las condiciones requeridas, que proporcione a los niños, personal docente administrativo y obrero un espacio seguro para desarrollar sus labores.

3. Al momento de ejecutar las reparaciones y reconstrucciones en el preescolar, es de vital importancia y absolutamente necesario contar con una

inspección seria, responsable, capaz de hacer cumplir las normas y especificaciones existentes en el campo de la construcción de obras civiles en Venezuela.

4. Respetar las ordenanzas municipales en cuanto a los exteriores del plantel, así como también las condiciones de diseño contempladas en los planos y especificaciones del proyecto al momento de construir los 2 módulos que requieren de su total construcción, con el fin de evitar en un futuro, fallas técnicas o lesiones originadas por errores constructivos durante la ejecución de la obra.

5. Aplicar los métodos de reparación propuestos sobre el módulo a reparar de manera eficiente y eficaz, cumpliendo con lo descrito en el proyecto, de esta manera se prevé no fallará la estructura de este módulo y funcionará tal cual como se espera.

6. Proponer un plan de manteniendo preventivo sobre la estructura, a razón de que una vez ejecutados los métodos de reparación y reconstrucción de la estructura la misma pueda mantenerse en optimas condiciones, gracias, no solo a un buen trabajo de ejecución de obra, sino también a un buen trabajo de mantenimiento, asegurando que la misma cumpla con su tiempo de vida útil para el cual sea construida.

7. Educar a la comunidad del sector en cuanto al cuidado del centro educativo, es decir, en cuanto a exteriores y alumbrado de la misma, ya que, es la comunidad la más afectada con tal situación.

REFERENCIAS

Arthur H, Nilson. (1999). **“DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO”**. Duodécima Edición. Editorial Mc Graw Hill. (pp. 194.207).

Broto J, Comerma, Carles. (2006). **“ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGIAS DE LA CONSTRUCCIÓN”**. Primera Edición, (pp. 32-740).

Edward B, Granau. (1981). **“LESIONES EN LOS EDIFICIOS”**. Primera Edición. Ediciones CEAC. Barcelona, España, (pp. 9-13)

Héctor Daniel, Lerma. (2001). **“METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN”**. Segunda Edición, (pp. 63-74).

Joaquín Porrero S, Carlos Ramos R, José Grases G, Gilberto J. Velasco. (2004). **“MANUAL DEL CONCRETO ESTRUCTURAL”**. Primera Edición. Caracas, Venezuela (pp. 409-410).

Luis Coa. (2009). **“EVALUACION DE LAS GRIETAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES EN LA “ESCUELA BÁSICA BOLIVARIANA SALTO ÁNGEL” EN CIUDAD BOLÍVAR, EN EL MUNICIPIO HERES, PARROQUIA AGUA SALADA, ESTADO BOLÍVAR”**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de Tierra, Departamento de Ingeniería Civil, trabajo no publicado, (pp. 34-128).

MANUAL DE ADITIVOS SIKA (2007) Caracas-Venezuela.

MANUAL DE TRABAJOS DE GRADO DE ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍAS Y TESIS DOCTORALES (2006). Caracas-Venezuela. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (p. 16)

MANUAL PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES. (1985). Caracas – Venezuela, (p.775)

María Graciela Fratelli. (1991). **“PROYECTOS ESTRUCTURALES DE ACERO”**. Edición Provisional, caracas, (pp .9-33, 155-289, 457-488).

Marianela Velazquez. (2005). **“EVALUACION DE DOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ESPECIALES PARA EDIFICACIONES EDUCATIVAS MAS FRECUENTES EN EL ESTADO BOLIVAR”**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de Tierra, Departamento de Ingeniería Civil, trabajo no publicado, (pp. 51-61).

Norma Covenin 2002:88 **CRITERIOS Y ACCIONES MÍNIMAS PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES**

Norma Covenin-Mindur 1618-82 **ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICACIONES. PROYECTO, FABRICACION Y CONSTRUCCION.**

Norma para concreto del American Concrete Institute **ACI 224.1R-93 CAUSAS, EVALUACION Y REPARACION DE FISURAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.** Reported by ACI Committee 224.

Norma para concreto del American Concrete Institute **ACI 318.SR-05 REQUISITOS Y REGLAMENTOS PARA EL CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS.** Reported by ACI Committee 318.

Sabino, Carlos (2006). **“EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN”**. Editorial Panapo. Venezuela, (pp. 5-60).

Salvador Mercado. (2003). **“METOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN”**, (pp. 70-75)

APÉNDICES

APÉNDICE A

ECUACIONES UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Durante la realización de la investigación se hizo uso de una serie de ecuaciones que se encuentran descritas a continuación, así como también se describe la obtención de ciertos datos requeridos para el desarrollo de las mismas ecuaciones. Estas ecuaciones de las que se hace referencia, así como las tablas utilizadas se extrajeron de “**Proyectos Estructurales de Acero**” por María G Fratelli del año 1991.

En cuanto a los elementos a flexión se tiene que:

La determinación de las cargas de diseño depende de:

1. Peso de la cubierta

$$q = Pc \times At \quad (A.1)$$

Donde:

Pc= Peso de la cubierta (Kg/m²)

At= Ancho tributario (m)

$$\begin{aligned} q_{x1} &= q * \text{sen } \theta \\ q_{y1} &= q * \text{cos } \theta \end{aligned} \quad (A.2)$$

Donde:

θ Es el ángulo formado entre la cubierta del techo y la horizontal tal como se muestra en la figura A.1

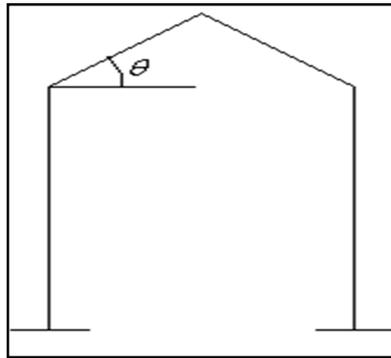


Figura A.3 ángulo θ .

2. Sobrecarga del viento sobre la cubierta

$$W = C_v * \text{Esp.correas}$$

(A.4)

Donde:

C_v = sobrecarga del viento (Kg/m)

Esp.correas= espaciamiento entre las correas (m)

3. Carga por empuje a la mitad de la luz

$P = 100Kg$ Peso correspondiente por maquinaria empuje según “**Proyectos Estructurales de Acero**” por María G Fratelli del año 1991 (p.463).

Debido a lo anterior se tiene que:

$$(A.5) \quad \begin{aligned} P_x &= P * \text{sen } \theta \\ P_y &= P * \text{cos } \theta \end{aligned}$$

4. Peso propio del perfil

$g = \text{Estimado}(\text{Kg} / \text{m})$ Este dato se obtienen de las tablas 1 y 2 del Anexo 2.

$$(A.6) \quad \begin{aligned} g_x &= g * \text{sen } \theta \\ g_y &= g * \text{cos } \theta \end{aligned}$$

Una vez determinadas las cargas de diseño se evalúan 2 combinaciones de cargas

1. Carga muerta + Viento

$$(A.7) \quad \begin{aligned} q_x &= q_{x1} + g_x \\ q_y &= q_{y1} + W + g_y \end{aligned}$$

2. Carga muerta + Carga de montaje

q_x ; P_x y P_y (obtenidos de las ecuaciones A.5 Y A.7)

$$(A.8) \quad q_y = q_{y1} + g_y$$

De tales combinaciones se obtienen 2 modelos cargados de los cuales se tiene que:

1. Carga muerta + Viento

$$(A.9) \quad \begin{aligned} M_{(xóy)} &= q_{(xóy)} * L^2 / 8 \\ R_{(xóy)} &= q_{(xóy)} * L / 2 \quad \square \end{aligned}$$

2. Carga muerta + Carga de montaje

$$(A.10) \quad \begin{aligned} M_{(xóy)} &= (q_{(xóy)} * L^2 / 8) + (P_{(cóy)} L / 4) \\ R_{(xóy)} &= (q_{(xóy)} * L + P_{(cóy)}) / 2 \quad \square \end{aligned}$$

Modulo de sección

$$(A.11) \quad S_{nec} \geq \frac{M_{máxX}}{0.65F_y} + \frac{LcM_{náxY}}{0.75F_y} \quad \square$$

Donde:

$M_{máxX}$ y $M_{máxY}$ se obtienen de los modelos resultados de las combinaciones de las cargas. (Kg/cm).

F_y = Esfuerzo cedente del acero (tabla A.12)

Tabla A.12 Esfuerzos cedentes y de agotamiento de los aceros

| Designación | Tipo | F_y (Kg/cm ²) | F_u (Kg/cm ²) |
|-------------|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| SIDOR | PS25 | 2500 | 3700 |
| | ALTEN | 3500 | 5500 |

| | | | |
|------|-------------------|------|------|
| ASTM | A36 | 2500 | 4100 |
| | A242 | 2750 | 4150 |
| | A440 | 2900 | 4350 |
| | A441 | 3150 | 4600 |
| | A514 | 7030 | 8100 |
| | A572 grado 42 | 2900 | 4150 |
| | A572 grado 45 | 3100 | 4150 |
| | A572 grado 45 | 3450 | 4500 |
| | A572 grado 45 | 3800 | 4850 |
| | A572 grado 50 | 4150 | 5200 |
| | A572 grado 50 | 2900 | 4350 |
| | A572 grado 60 | 3150 | 4600 |
| | A572 grado 60 | 3450 | 4850 |
| | A572 grado 65 | | |
| | A588 grado 42 | | |
| | A 588 grado 46 | | |
| | A588 grado 50 | | |
| DIN | ST37 | 2400 | 3700 |
| | ST42 | 2600 | 4200 |
| | ST52 | 3600 | 5200 |

Deflexión máxima

$$(A.13) \quad \Delta = \frac{5}{384} q_y * L^4 / E * I_x \quad \square$$

Donde:

q_y = Carga mas desfavorable de los modelos cargados de las dos combinaciones las cuales se tienen en las ecuaciones A.7 y A.8 (Kg)

L = Longitud del elemento en estudio (cm)

I_x = Momento de inercia con respecto al eje X del perfil, se obtiene de las tablas 1 y 2 del Anexo 2 (cm⁴)

E = Modulo de elasticidad del acero (2.1*10⁶Kg/cm²)

Flexión esviada

$$(A.14) \quad \frac{M_x / S_x}{0.6 F_y} + \frac{M_y / S_y}{0.75 F_y} \leq 1$$

Donde:

M_x y M_y = Momentos máximos mas desfavorables obtenidos en las ecuaciones A.9 y A.10 (Kg/cm)

S_x y S_y = Modulos de sección referidos a los ejes X y Y tabulados en las tablas 1, 2, y 3 del Anexo 2 (cm³)

F_y = Esfuerzo cedente del acero tabla A.12 (Kg/cm²)

Flexión máxima

$$(A.15) \quad L / d = 28 \quad \square$$

Donde:

L= Longitud del elemento en estudio (cm)

D= Altura del perfil (cm)

El valor 28 es una flecha máxima recomendada para cargas uniformemente distribuidas tal como se muestra en la tabla A.16

Tabla A.16 flechas recomendadas y relaciones L/d bajo cargas uniformemente distribuidas.

| Δ | L/d | | | |
|----------|---------|---------|---------|---------|
| | Fy=2500 | Fy=3000 | Fy=3500 | Fy=4200 |
| L/180 | 44 | 37 | 32 | 26 |
| L/240 | 33 | 28 | 24 | 20 |
| L/300 | 28 | 23 | 20 | 17 |
| L/360 | 22 | 19 | 16 | 13 |
| L/600 | 14 | 12 | 10 | 8 |
| L/800 | 10 | 8 | 7 | 6 |

Corte en los apoyos

$$f_v = \frac{R_{apoy}}{A_w} \quad (A.17)$$

Donde:

Rapoy= Reacción en los apoyos (Kg)

Aw= Área del alma (cm²)

En cuanto a los elementos a compresión se tiene lo siguiente:

$$P_{crit} = 2P \quad \square$$

(A.18)

Donde:

P_{crit}= Carga a la que esta sometida la columna (Kg)

P= Carga gravitacional a la que estará sometida la columna (Kg)

Momento de inercia

$$I_{nec} = \frac{P_{crit}(KL)^2}{\pi^2 E} \quad \square$$

(A.19)

Donde:

I_{nec}= Momento de inercia necesaria o requerida por la carga (cm⁴)

P_{crit}= Carga a la que esta sometida la columna (Kg)

L= Longitud de la columna (cm)

E= Modulo de elasticidad del acero (2.1*10⁶Kg/cm²)

K= Coeficiente de longitud efectiva obtenidos de la tabla A.20

Tabla A.20 factores K de longitud efectiva de columnas

| | | | | | | |
|--|--|---|---|---|---|---|
| Forma pandeada de la columna es mostrada mediante líneas segmentadas |  |  |  |  |  |  |
| Valor teórico de K | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 2.0 |
| Valor de diseño recomendado cuando las condiciones reales se aproximan a las ideales | 0.6 5 | 0.8 0 | 1.2 | 1.0 | 2.1 | 2.0 |
| Código de las condiciones en los extremos |     | Rotación fija y traslación fija | | | | |
| | | Rotación libre y traslación fija | | | | |
| | | Rotación fija y traslación libre | | | | |
| | | Rotación libre y traslación libre | | | | |

Esbeltez

$$(A.21) \quad \frac{KL}{r_x} \leq 120 \quad \square$$

Donde:

K= Coeficiente de longitud efectiva obtenidos de la tabla A.20

L= Longitud de la columna (cm)

r_x = radio de giro con respecto al eje X obtenido de las tablas 1,2 y 3 del Anexo

2 (cm)

Esfuerzos admisibles

$$(A.22) \quad f_a = \frac{P_{crít}}{A} \quad \square$$

Donde:

$P_{crít}$ = Carga que soporta la columna (Kg)

A= Área del perfil (cm²)

En cuanto a la plancha base de columna se tiene lo siguiente:

Área necesaria de la placa de base

$$(A.23) \quad A_{nec} = P / F_p \quad \square$$

Donde:

P= Carga crítica transferida por las columnas (Kg)

F_p = Esfuerzo admisible del concreto de la base (Kg/cm²)

$$Fp = 0.35 f'c \quad \square$$

(A.24)

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto a los 28 días. (Kg/cm²)

Espesor de la placa:

$$tp = 2m \sqrt{\frac{fp}{Fy}} \quad \square \quad (A.25)$$

En cuanto a las fundaciones se tiene:

Área de las fundaciones

$$A_{fund} = \frac{P}{qy} \quad \square$$

(A.26)

Donde:

P = Carga crítica transferida por las columnas (Kg)

qy = Capacidad admisible del suelo (Kg/cm²)

Presión de contacto

$$qo = \frac{P}{B} \quad \square$$

(A.27)

B = Base de la fundación (m)

Asentamiento

$$Se = \frac{B * qo}{Es} Is(1 - \mu^2) \quad \square$$

(A.28)

Donde:

B= Base de la fundación (m)

q_0 = Presión de contacto (ton/m)

E_s = Modulo de elasticidad del suelo (ton/m²)

I_s = Factor de influencia de la fundación

μ = Relación de Poisson

APÉNDICE B

PLANOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA ESTRUCTURA Y DETALLES DE LOS PERFILES



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA
TIERRA**

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

PROYECTO:

Propuesta de
rehabilitación, mejoras y
mantenimiento a la planta física
del centro de educación inicial
especial N°100

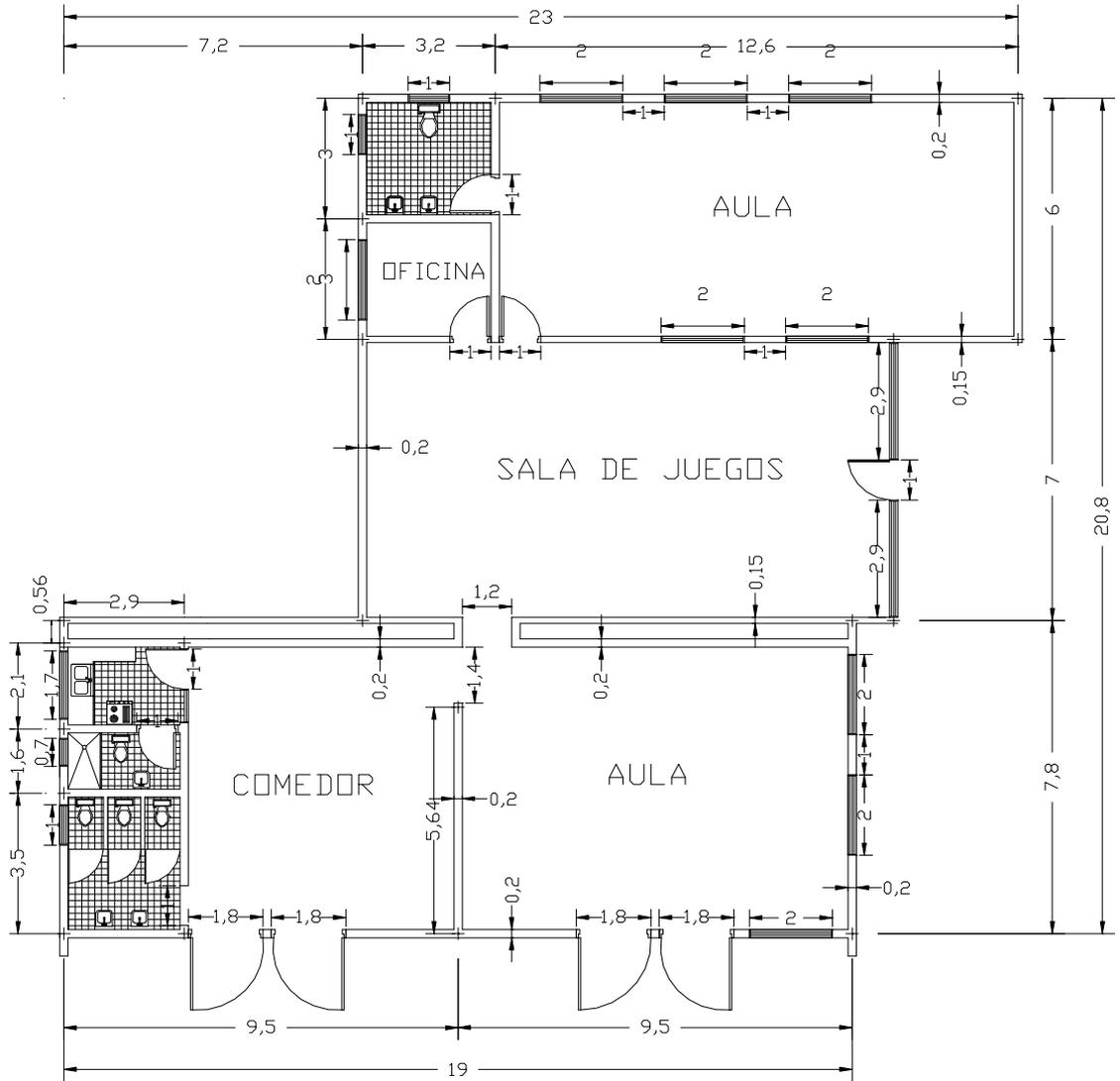
ELABORADO POR:

Liseth Fratangeli

REVISADO POR:

**PLANO DE PLANTA ACTUAL DEL CENTRO
DE EDUCACION INICIAL ESPECIAL N°100.**

| | |
|--|-----------------------------|
| Giovanni Grieco | |
| APROBADO POR Giovanni Grieco | FECHA: Abril de 2010 |
| DIBUJADO POR: Liseth Fratangeli | APÉNDICE: B1 |



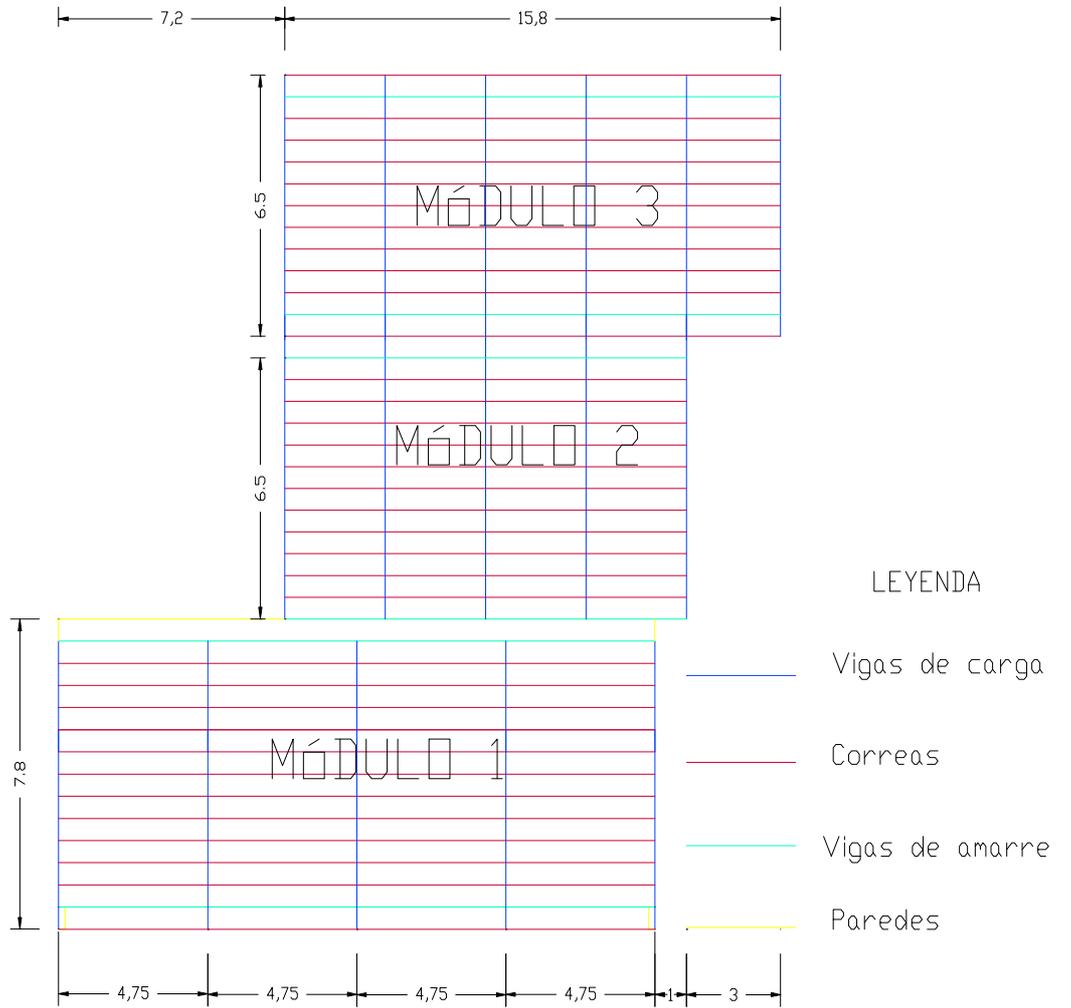


**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
 NUCLEO DE BOLÍVAR
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA
 TIERRA**

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|--|---|
| <p>PROYECTO:</p> <p>Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la planta física del centro de educación inicial especial N°100</p> | <p>UBICACIÓN ACTUAL DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (CORREAS, VIGAS DE CARGA, VIGAS DE AMARRE) EN PLANTA.</p> |
| <p>ELABORADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | |
| <p>REVISADO POR:</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |
| <p>APROBADO POR</p> <p>Giovanni Grieco</p> | <p>FECHA:</p> <p>Abril de 2010</p> |

| | |
|---|----------------------------|
| <p>DIBUJADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | <p>APÉNDICE:</p> <p>B2</p> |
|---|----------------------------|





**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
 NUCLEO DE BOLÍVAR
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA
 TIERRA**

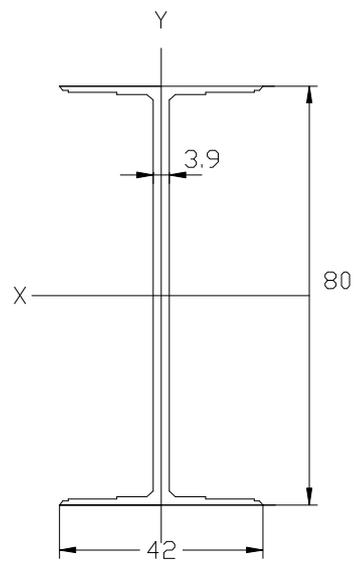
PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|--|--|
| <p>PROYECTO:</p> <p>Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la planta física del centro de educación inicial especial N°100</p> | <p>DETALLE DE LOS PERFILES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES ACTUALES.</p> |
| <p>ELABORADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | |
| <p>REVISADO POR:</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |
| <p>APROBADO POR</p> <p>Giovanni Grieco</p> | <p>FECHA:</p> <p>Abril de 2010</p> |

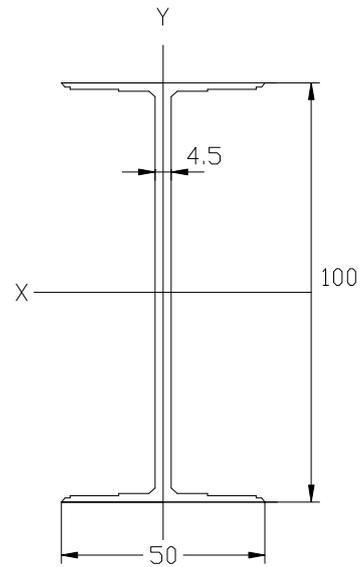
| | |
|---|----------------------------|
| <p>DIBUJADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | <p>APÉNDICE:</p> <p>B3</p> |
|---|----------------------------|

MÓDULO 1

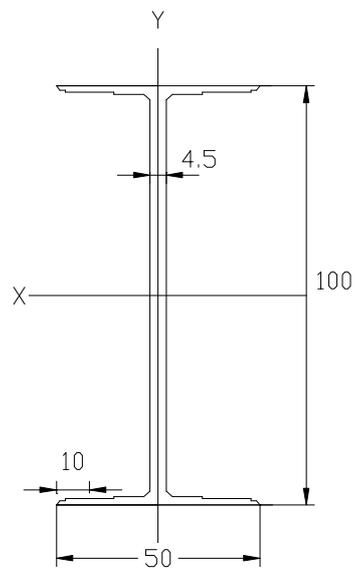
Viga de carga IPN-100



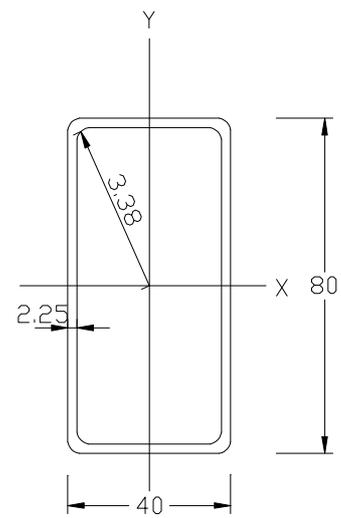
Correa IPN-80



MÓDULOS 2 Y 3

Columnas, Vigas de carga y
Vigas de amarre IPN-100

Correas CONDUVEN 80*40



APÉNDICE C

CÁLCULOS DE CHEQUEO DE LA ESTRUCTURA ACTUAL

C.1 Chequeo de los elementos sometidos a flexión y a compresión de la estructura del Centro de Educación Inicial Especial N°100

Las ecuaciones utilizadas en este apéndice se encuentran explicadas de manera detallada en el apéndice 1, así como también las tablas se encuentran en el anexo 2.

Características generales: La cubierta del techo es una placa de concreto armado liviano que pesa aproximadamente $1800\text{Kg}/\text{m}^3$, tiene un espesor de 4 centímetros, cuenta con un acero de refuerzo que es una malla con un peso aproximado de $5\text{Kg}/\text{m}^2$, también tiene un manto asfáltico en una sola capa reforzado interiormente y con acabado exterior de espesor de 4mm, con un peso estimado de $5\text{Kg}/\text{m}^2$. El techo posee un ángulo de inclinación que está determinado por la altura máxima de la viga de varga y la altura de las columnas el cual es igual a 6.15° . Para efecto de los cálculos se consideró una velocidad del viento aproximadamente de $90\text{Km}/\text{horas}$. Lo que generó una carga por acción del viento igual a 30Kg . Por lo ya mencionado el peso de la cubierta del techo va a estar definido por la suma del peso del concreto, el acero de refuerzo y el manto asfáltico, de lo que se obtuvo:

$$P_{\text{cubierta}} = P_{\text{conc}} + P_{\text{masalt}} + P_{\text{acer}}$$

$$P_{\text{cubierta}} = 0.04\text{m}(1800\text{Kg}/\text{m}^3) + 5\text{Kg}/\text{m}^2 + 5\text{Kg}/\text{m}^2$$

$$P_{\text{cubierta}} = 82\text{Kg}/\text{m}^2$$

Chequeo de los elementos sometidos a flexión (correas, vigas de carga y vigas de amarre).

Módulo 1

Correas

Consideraciones de las cargas de diseño: Las correas están sometidas a una serie de cargas, dentro de las cuales se consideran el peso de la cubierta, el peso propio del perfil, la sobrecarga por viento y la sobrecarga de montaje a la mitad de la luz.

1. Peso propio del techo:

$$q = 82 \text{Kg} / \text{m}^2 (0.56 \text{m}) = 45.92 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qx1 = 45.92 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{sen} \theta = 4.92 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qy1 = 45.92 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{cos} \theta = 45.66 \text{Kg} / \text{m}$$

2. Peso del perfil I:

$$gx = 6.01 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{sen} \theta = 0.64 \text{Kg} / \text{m}$$

$$gy = 6.01 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{cos} \theta = 5.98 \text{Kg} / \text{m}$$

3. Sobrecarga del viento sobre la cubierta considerando dolo presión:

$$w = 30 \text{Kg} / \text{m}^2 (0.56 \text{m}) = 16.80 \text{Kg} / \text{m} \approx 17 \text{Kg} / \text{m}$$

4. Carga de montaje en la mitad de la luz $P=100\text{Kg}$:

$$Px = 100 \text{Kg} \cdot \text{sen} \theta = 10.71 \text{Kg}$$

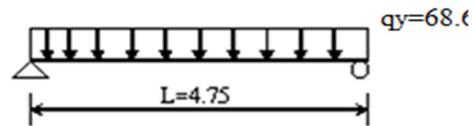
$$Py = 100 \text{Kg} \cdot \text{cos} \theta = 99.42 \text{Kg}$$

Combinaciones de las cargas:

1. Carga muerta + carga de viento

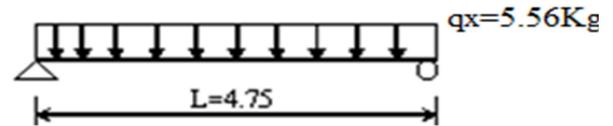
$$qx = qx1 + gx = 4.92 \text{Kg} / \text{m} + 0.64 \text{Kg} / \text{m} = 5.56 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qy = qy1 + w + gy = 45.66 \text{Kg} / \text{m} + 17 \text{Kg} / \text{m} + 5.98 \text{Kg} / \text{m} = 68.64 \text{Kg} / \text{m}$$



$$M = qy \cdot L^2 / 8 = 193.39 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = qy \cdot L / 2 = 163.02 \text{ Kg}$$



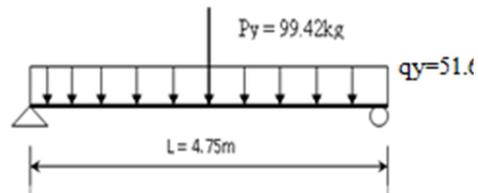
$$M = qx \cdot L^2 / 8 = 15.68 \text{ Kg}$$

$$R = qx \cdot L / 2 = 13.21 \text{ Kg}$$

2. Carga muerta + carga de montaje

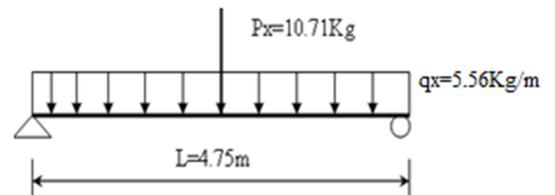
$$qx = 42.37 \text{ Kg/m}; Px = 10.71 \text{ Kg}; Py = 99.42 \text{ Kg}$$

$$qy = qy1 + gy = 387.26 \text{ Kg/m} + 5.98 \text{ Kg/m} = 393.24 \text{ Kg/m}$$



$$M = (qy \cdot L^2 / 8) + (Py \cdot L / 4) = 263.70 \text{ Kg} / \text{m}$$

$$R = (qy \cdot L + Py) / 2 = 172.36 \text{ Kg}$$



$$M = (qx \cdot L^2 / 8) + (Px \cdot L / 4) = 28.40 \text{ Kg} / \text{m}$$

$$R = (qx \cdot L + Px) / 2 = 18.56 \text{ Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 18.7 \text{ cm}^3 \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.66 F_y} \text{ El Momento M\acute{a}ximo es de } 26370 \text{ Kg} \cdot \text{cm}; F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{26370 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{0.66(2500 \text{ Kg/cm}^2)} = 15.98 \text{ cm}^3$$

$$\therefore 18.70 \text{ cm}^3 > 15.98 \text{ cm}^3 \text{ ;Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{m\acute{a}x}$$

$d_{m\acute{a}x} = 8cm$ (Tabla1 del Anexo 2)

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 475/28 = 16.96cm$$

$\therefore 8cm < 16.96cm$ ¡No Cumple!

Chequeo de la flexión máxima:

$$\Delta \leq \Delta_{m\acute{a}x}$$

$$\Delta_{m\acute{a}x} = L/300 = 475cm/300 = 1.58cm$$

$I_x = 74.9cm^4$ (Tabla1 del Aneo 2)

$$\Delta = \frac{5qy.L^4}{384E.I_x} = \frac{5(0.5163Kg/cm)(475cm)^4}{384(2.1 \times 10^6 Kg/cm^2)74.90cm^4} = 2.18cm$$

$\therefore 1.58cm < 2.18cm$ ¡No Cumple!

Chequeo de la flexión esviada:

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{26370Kg.cm/18.70cm^3}{0.6(2500Kg/cm^2)} + \frac{2840Kg.cm/2.71cm^3}{0.75(2500Kg/cm^2)} = 1.50cm$$

$\therefore 1.50cm > 1cm$ ¡No Cumple!

Vigas de carga

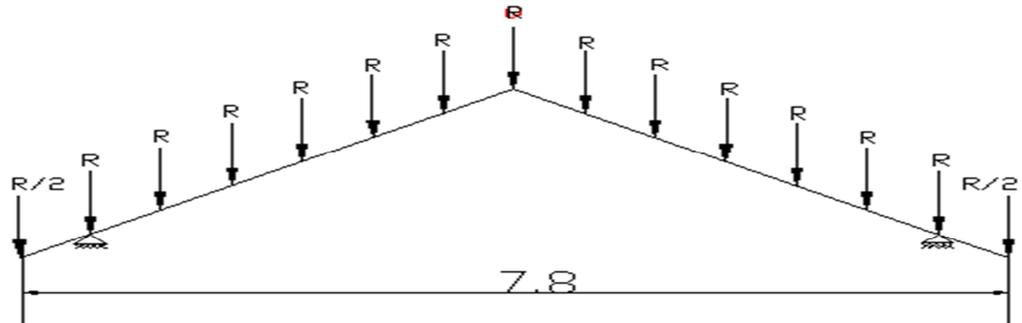
Las vigas de carga van a estar sometidas a las cargas transmitidas por las correas mas el peso propio del perfil, teniéndose que:

Peso del perfil: 8.34Kg/m (Tabla1 del Anexo 2)

Peso transferido por las correas:

$$R_{correas} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(172.36Kg)^2 + (18.56Kg)^2} = 173.36Kg$$

De lo cual se tiene que:



$$M_{\text{máx}} = 1800 \text{Kg.m} = 180000 \text{Kg.cm}$$

$$R_{\text{apoy}} = 1300 \text{Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$S_{\text{máx}} = 34.1 \text{cm}^3 \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.66 F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 180000 \text{Kg.cm}; F_y = 2500 \text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{180000 \text{Kg.cm}}{0.66(2500 \text{Kg/cm}^2)} = 109.09 \text{cm}^3$$

$$\therefore 34.10 \text{cm}^3 < 109.09 \text{cm}^3 \text{ ; No Cumple!}$$

Chequeo del corte:

$$f_v < F_v$$

$$d = 100 \text{mm} = 10 \text{cm}; t_w = 4.5 \text{mm} = 0.45 \text{cm} \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$f_v = \frac{R_{\text{apoy}}}{A_w} = \frac{1300 \text{Kg}}{10 \text{cm}(0.45 \text{cm})} = 288.89 \text{Kg/cm}^2$$

$$F_v = 1000 \text{Kg/cm}^2$$

$$\therefore 288.89 \text{Kg} < 1000 \text{Kg} \text{ ; Cumple!}$$

Chequeo por flexión máxima, se debe cumplir que:

$$\frac{L}{d} = \frac{392}{10} = 39.2 \text{cm} \leq \frac{L}{d} = 28 \text{cm} \therefore 39.2 \text{cm} > 28 \text{cm} \text{ ; No Cumple!}$$

Modulo 2

Correas

Consideraciones de las cargas de diseño: Las correas están sometidas a una serie de cargas, dentro de las cuales se consideran el peso de la cubierta, el peso propio del perfil, la sobrecarga por viento y la sobrecarga por montaje a la mitad de la luz.

1. Peso propio del techo:

$$q = 82 \text{Kg} / \text{m}^2 (0.56 \text{m}) = 45.92 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qx1 = 45.92 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{sen} \theta = 4.92 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qy1 = 45.92 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{cos} \theta = 45.65 \text{Kg} / \text{m}$$

2. Peso del perfil CONDUVEN 80x40:

$$gx = 3.94 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{sen} \theta = 0.42 \text{Kg} / \text{m}$$

$$gy = 3.94 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{cos} \theta = 3.92 \text{Kg} / \text{m}$$

3. Sobrecarga del viento sobre la cubierta considerando dolo presión:

$$w = 30 \text{Kg} / \text{m}^2 (0.56 \text{m}) = 16.80 \text{Kg} / \text{m}$$

4. Carga de montaje en la mitad de la luz P=100Kg:

$$Px = 100 \text{Kg} \cdot \text{sen} \theta = 10.71 \text{Kg}$$

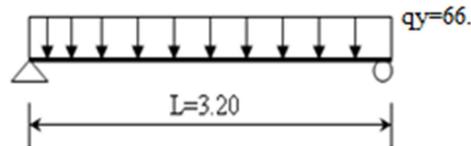
$$Py = 100 \text{Kg} \cdot \text{cos} \theta = 99.42 \text{kg}$$

Combinaciones de las cargas:

1. Carga muerta + carga de viento

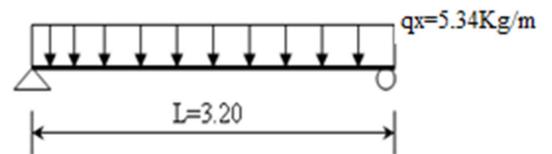
$$qx = qx1 + gx = 4.92 \text{Kg} / \text{m} + 0.42 \text{Kg} / \text{m} = 5.34 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qy = qy1 + w + gy = 45.65 \text{Kg} / \text{m} + 17 \text{Kg} / \text{m} + 3.92 \text{Kg} / \text{m} = 66.57 \text{Kg} / \text{m}$$



$$M = qy \cdot L^2 / 8 = 85.21 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = qy \cdot L / 2 = 106.51 \text{ Kg}$$



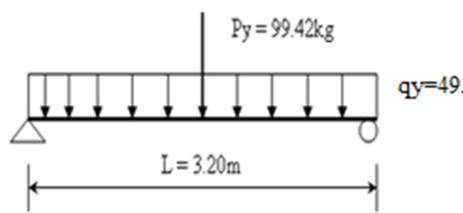
$$M = qx \cdot L^2 / 8 = 6.84 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = qx \cdot L / 2 = 8.54 \text{ Kg}$$

2. Carga muerta + carga de montaje

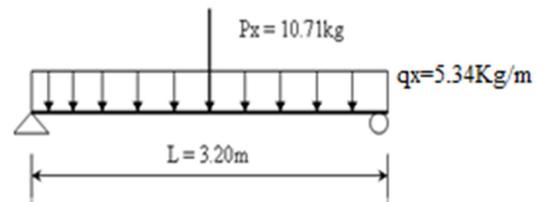
$$qx = 5.34 \text{ Kg/m}; Px = 10.71 \text{ Kg}; Py = 99.42 \text{ Kg}$$

$$qy = qy1 + gy = 45.65 \text{ Kg/m} + 3.52 \text{ Kg/m} = 49.57 \text{ Kg/m}$$



$$M = (qy \cdot L^2 / 8) + (Py \cdot L / 4) = 142.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = (qy \cdot L + Py) / 2 = 129.02 \text{ Kg}$$



$$M = (qx \cdot L^2 / 8) + (Px \cdot L / 4) = 15.40 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = (qx \cdot L + Px) / 2 = 13.90 \text{ Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 10.15 \text{ cm}^3 \text{ (Tabla 2 del Anexo 2)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.72 F_y} \text{ El Momento M\acute{a}ximo es de } 14299 \text{ Kg} \cdot \text{cm}; F_y = 3515 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{142.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{0.72 (3515 \text{ Kg/cm}^2)} = 5.65 \text{ cm}^3$$

$$\therefore 10.15 \text{ cm}^3 > 5.65 \text{ cm}^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{m\acute{a}x}$$

$$d_{m\acute{a}x} = 8 \text{ cm} \text{ (Tabla 2 del Anexo 2)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 320/28 = 11.43\text{cm}$$

$$\therefore 8\text{cm} < 11.43\text{cm} ; \text{No Cumple!}$$

Chequeo de la flexión máxima:

$$\Delta \leq \Delta_{\text{máx}}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = L/300 = 320\text{cm}/300 = 1.07\text{cm}$$

$$I_x = 40.61\text{cm}^4 \text{ (Tabla 2 del Anexo 2)}$$

$$\Delta = \frac{5qy.L^4}{384E.I_x} = \frac{5(0.4957\text{Kg/cm})(320\text{cm})^4}{384(2.1 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2)40.61\text{cm}^4} = 0.79\text{cm}^4$$

$$\therefore 1.07\text{cm} > 0.79\text{cm} ; \text{Cumple!}$$

Chequeo de la flexión esviada:

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{14299\text{Kg.cm}/10.15\text{cm}^3}{0.6(3515\text{Kg/cm}^2)} + \frac{1540\text{Kg.cm}/6.92\text{cm}^3}{0.75(3515\text{Kg/cm}^2)} = 0.75\text{cm}$$

$$\therefore 0.75\text{cm} < 1\text{cm} ; \text{Cumple!}$$

Viga de carga

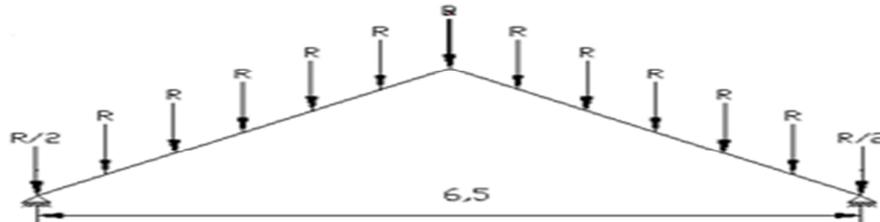
Las vigas de carga van a estar sometidas a las cargas transmitidas por las correas mas el peso propio del perfil, teniéndose que:

Peso del perfil: 8.34Kg/m (Tabla1 del Anexo 2)

Peso transferido por las correas:

$$R_{\text{correas}} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(129.02\text{Kg})^2 + (13.90\text{Kg})^2} = 129.77\text{Kg}$$

De lo cual se tiene que:



$$M_{\text{máx}} = 1400 \text{Kg.m} \approx 140000 \text{Kg.cm}$$

$$R_{\text{apoy}} = 900 \text{Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$S_{\text{máx}} = 34.1 \text{cm}^3 \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.66 F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 140000 \text{Kg.cm; } F_y = 2500 \text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{140000 \text{Kg.cm}}{0.66(2500 \text{Kg/cm}^2)} = 84.85 \text{cm}^3$$

$$\therefore 34.10 \text{cm}^3 < 84.85 \text{cm}^3 \text{ ¡No Cumple!}$$

Chequeo del corte:

$$f_v < F_v$$

$$d = 100 \text{mm} = 10 \text{cm}; \quad t_w = 4.5 \text{mm} = 0.45 \text{cm} \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$f_v = \frac{R_{\text{apoy}}}{A_w} = \frac{3000 \text{Kg}}{10 \text{cm}(0.45 \text{cm})} = 666.67 \text{Kg/cm}^2$$

$$F_v = 1000 \text{Kg/cm}^2$$

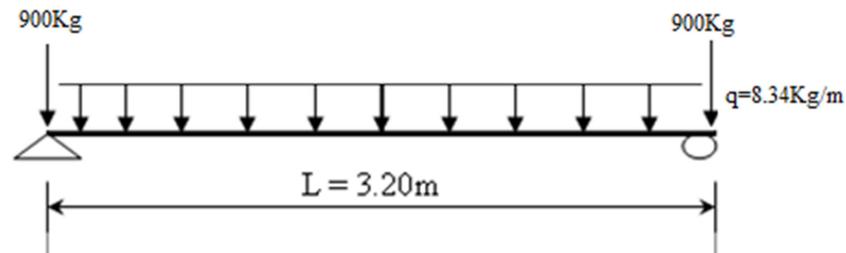
$$\therefore 200 \text{Kg/cm}^2 < 1000 \text{Kg/cm}^2 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo por flexión máxima, se debe cumplir que:

$$\frac{L}{d} = \frac{327}{10} = 32.7 \text{cm} \leq \frac{L}{d} = 28 \text{cm} \therefore 32.7 \text{cm} > 28 \text{cm} \text{ ¡No Cumple!}$$

Viga de amarre

Esta viga se encarga de amarrar la estructura, por tal motivo la viga de amarre solo se ve sometida a momentos pequeños que se generan debido a las cargas producidas por el propio perfil.



$$M_{\text{máx}} = 10.67 \text{ Kg.m} \approx 11 \text{ Kg.m}$$

$$R_{\text{apoy}} = 950 \text{ Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$S_{\text{máx}} = 34.10 \text{ cm}^3 \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.6 F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 1071 \text{ Kg.cm; } F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{1100 \text{ Kg.cm}}{0.6(2500 \text{ Kg/cm}^2)} = 0.67 \text{ cm}^3$$

$$\therefore 34.10 \text{ cm}^3 > 0.67 \text{ cm}^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{\text{máx}}$$

$$d_{\text{máx}} = 8 \text{ cm (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 320/28 = 11.43 \text{ cm}$$

$$\therefore 8 \text{ cm} < 11.43 \text{ cm} \text{ ¡No Cumple!}$$

Módulo 3

Correas

Consideraciones de las cargas de diseño: Las correas están sometidas a una serie de cargas, dentro de las cuales se consideran el peso de la cubierta, el peso propio del perfil, la sobrecarga por viento y la sobrecarga por montaje a la mitad de la luz.

5. Peso propio del techo:

$$q = 82 \text{Kg} / \text{m}^2 (0.56 \text{m}) = 45.92 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qx1 = 45.92 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{sen} \theta = 4.92 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qy1 = 45.92 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{cos} \theta = 45.65 \text{Kg} / \text{m}$$

6. Peso del perfil CONDUVEN 80x40:

$$gx = 3.94 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{sen} \theta = 0.42 \text{Kg} / \text{m}$$

$$gy = 3.94 \text{Kg} / \text{m} \cdot \text{cos} \theta = 3.92 \text{Kg} / \text{m}$$

7. Sobrecarga del viento sobre la cubierta considerando dolo presión:

$$w = 30 \text{Kg} / \text{m}^2 (0.56 \text{m}) = 16.80 \text{Kg} / \text{m}$$

8. Carga de montaje en la mitad de la luz $P=100\text{Kg}$:

$$Px = 100 \text{Kg} \cdot \text{sen} \theta = 10.71 \text{Kg}$$

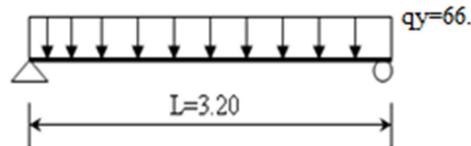
$$Py = 100 \text{Kg} \cdot \text{cos} \theta = 99.42 \text{kg}$$

Combinaciones de las cargas:

3. Carga muerta + carga de viento

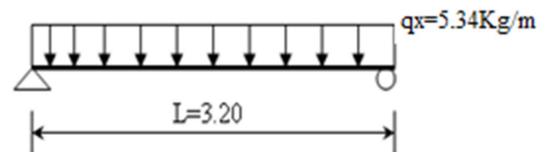
$$qx = qx1 + gx = 4.92 \text{Kg} / \text{m} + 0.42 \text{Kg} / \text{m} = 5.34 \text{Kg} / \text{m}$$

$$qy = qy1 + w + gy = 45.65 \text{Kg} / \text{m} + 17 \text{Kg} / \text{m} + 3.92 \text{Kg} / \text{m} = 66.57 \text{Kg} / \text{m}$$



$$M = qy \cdot L^2 / 8 = 85.21 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = qy \cdot L / 2 = 106.51 \text{ Kg}$$



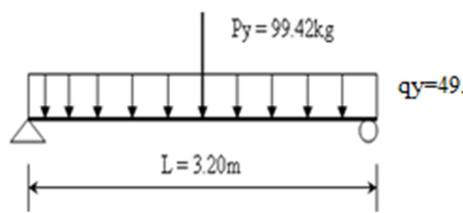
$$M = qx \cdot L^2 / 8 = 6.84 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = qx \cdot L / 2 = 8.54 \text{ Kg}$$

4. Carga muerta + carga de montaje

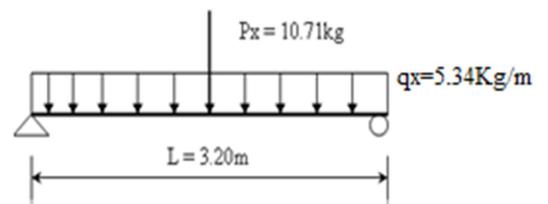
$$qx = 5.34 \text{ Kg/m}; Px = 10.71 \text{ Kg}; Py = 99.42 \text{ Kg}$$

$$qy = qy1 + gy = 45.65 \text{ Kg/m} + 3.52 \text{ Kg/m} = 49.57 \text{ Kg/m}$$



$$M = (qy \cdot L^2 / 8) + (Py \cdot L / 4) = 142.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = (qy \cdot L + Py) / 2 = 129.02 \text{ Kg}$$



$$M = (qx \cdot L^2 / 8) + (Px \cdot L / 4) = 15.40 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = (qx \cdot L + Px) / 2 = 13.90 \text{ Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 10.15 \text{ cm}^3 \text{ (Tabla 2 del Anexo 2)}$$

$$S_{nec} \geq \frac{M_{m\acute{a}x}}{0.72 F_y} \text{ El Momento M\acute{a}ximo es de } 14299 \text{ Kg} \cdot \text{cm}; F_y = 3515 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{142.99 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{0.72 (3515 \text{ Kg/cm}^2)} = 5.65 \text{ cm}^3$$

$$\therefore 10.15 \text{ cm}^3 > 5.65 \text{ cm}^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{m\acute{a}x}$$

$$d_{m\acute{a}x} = 8 \text{ cm} \text{ (Tabla 2 del Anexo 2)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 320/28 = 11.43\text{cm}$$

$$\therefore 8\text{cm} < 11.43\text{cm} \text{ ; No Cumple!}$$

Chequeo de la flexión máxima:

$$\Delta \leq \Delta_{\text{máx}}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = L/300 = 320\text{cm}/300 = 1.07\text{cm}$$

$$I_x = 40.61\text{cm}^4 \text{ (Tabla 2 del Anexo 2)}$$

$$\Delta = \frac{5qy.L^4}{384E.I_x} = \frac{5(0.4957\text{Kg/cm})(320\text{cm})^4}{384(2.1 \times 10^6 \text{Kg/cm}^2)40.61\text{cm}^4} = 0.79\text{cm}^4$$

$$\therefore 1.07\text{cm} > 0.79\text{cm} \text{ ; Cumple!}$$

Chequeo de la flexión esviada:

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{14299\text{Kg.cm}/10.15\text{cm}^3}{0.6(3515\text{Kg/cm}^2)} + \frac{1540\text{Kg.cm}/6.92\text{cm}^3}{0.75(3515\text{Kg/cm}^2)} = 0.75\text{cm}$$

$$\therefore 0.75\text{cm} < 1\text{cm} \text{ ; Cumple!}$$

Viga de carga

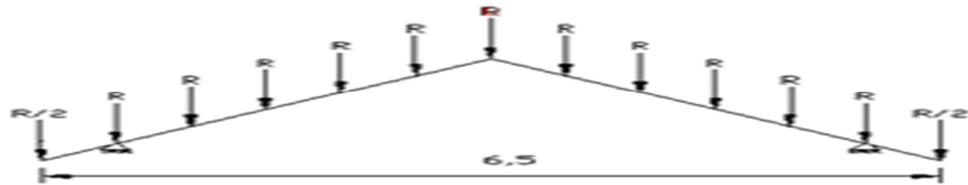
Las vigas de carga van a estar sometidas a las cargas transmitidas por las correas mas el peso propio del perfil, teniéndose que:

Peso del perfil: 8.34Kg/m (tabla de características de los perfiles)

Peso transferido por las correas:

$$R_{\text{correas}} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(129.02\text{Kg})^2 + (13.90\text{Kg})^2} = 129.77\text{Kg}$$

De lo cual se tiene que:



$$M_{\text{máx}} = 900 \text{Kg.m} = 90000 \text{Kg.cm}$$

$$R_{\text{apoy}} = 900 \text{Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$S_{\text{máx}} = 34.1 \text{cm}^3 \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.66 F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 455000 \text{Kg.cm}; F_y = 2500 \text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{90000 \text{Kg.cm}}{0.66(2500 \text{Kg/cm}^2)} = 54.56 \text{cm}^3$$

$$\therefore 34.10 \text{cm}^3 < 54.56 \text{cm}^3 \text{ ; No Cumple!}$$

Chequeo del corte:

$$f_v < F_v$$

$$d = 100 \text{mm} = 10 \text{cm}; t_w = 4.5 \text{mm} = 0.45 \text{cm} \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$f_v = \frac{R_{\text{apoy}}}{A_w} = \frac{900 \text{Kg}}{10 \text{cm}(0.45 \text{cm})} = 200 \text{Kg/cm}^2$$

$$F_v = 1000 \text{Kg/cm}^2$$

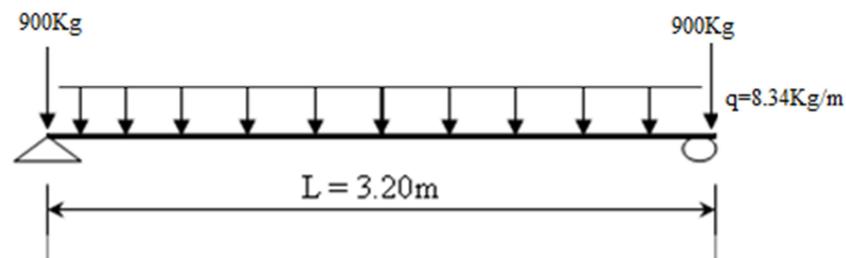
$$\therefore 200 \text{Kg} < 1000 \text{Kg} \text{ ; Cumple!}$$

Chequeo por flexión máxima, se debe cumplir que:

$$\frac{L}{d} = \frac{327}{10} = 32.7 \text{cm} \leq \frac{L}{d} = 28 \text{cm} \therefore 32.7 \text{cm} > 28 \text{cm} \text{ ; No Cumple!}$$

Viga de amarre

Esta viga se encarga de amarrar la estructura, por tal motivo la viga de amarre solo se ve sometida a momentos pequeños que se generan debido a las cargas producidas por el propio perfil.



$$M_{\text{máx}} = 10.67 \text{ Kg.m} \approx 11 \text{ Kg}$$

$$R_{\text{apoy}} = 950 \text{ Kg}$$

Chequeo del modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$S_{\text{máx}} = 34.10 \text{ cm}^3 \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.6 F_y} \text{ El Momento Máximo es de } 1071 \text{ Kg.cm; } F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{1100 \text{ Kg.cm}}{0.6(2500 \text{ Kg/cm}^2)} = 0.67 \text{ cm}^3$$

$$\therefore 34.10 \text{ cm}^3 > 0.67 \text{ cm}^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Chequeo de la altura del perfil:

$$d \leq d_{\text{máx}}$$

$$d_{\text{máx}} = 8 \text{ cm} \text{ (Tabla 1 del Anexo 2)}$$

$$L/d = 28 \Rightarrow d = L/28 \therefore d = 320/28 = 11.43 \text{ cm}$$

$$\therefore 8 \text{ cm} < 11.43 \text{ cm} \text{ ¡No Cumple!}$$

Elementos a compresión (columnas)

Modulo 2 y módulo 3

Debido a que las reacciones sobre las columnas son iguales en ambos módulos en el chequeo presentado a continuación se demuestra el comportamiento estructural de las columnas de ambos módulos. Las columnas están encargadas de transferir las cargas de la estructura hasta las fundaciones, estas funcionan como columnas empotradas y articuladas en los extremos razón por la cual se ven sometidas a una carga igual a:

$$P_{crit} = 2(975Kg) = 1950Kg$$

Debido a que la columna no están arriostradas en ninguno de los dos planos para el chequeo respectivo al radio de giro se tendrá en cuenta un coeficiente K de longitud efectiva igual a 0.7 tal como se muestra en la tabla A.20 Factores K de longitud efectiva de columnas para miembros empotrados y articulados. Las columnas miden 2.98metros de longitud. Para lo antes dicho se calcula lo siguiente:

Chequeo del radio de giro:

$$r_x > r_{máx.x} \text{ y } r_y > r_{máx.y}$$

Tanto $K_x = K_y = 0.7$

$$I_{nec} = \frac{P_{crit}(KL)^2}{\pi^2 E} \Rightarrow I_{nec} = \frac{1950Kg(0.7 * 298)^2}{\pi^2 (2.1 * 10^6 Kg/cm^2)} = 4.09cm^4$$

Se debe cumplir con que:

$$I_x > I_{nec}, \therefore 4.09cm^4 < 170cm^4 ; \text{Cumple!}$$

$$r_x = 4.00cm$$

Chequeo de la esbeltez:

$$\frac{KL}{r_x} \leq 120 \Rightarrow \frac{0.7 * 298}{4} = 52.15$$

$$\therefore 52.15 < 120 ; \text{Cumple!}$$

Chequeo de los esfuerzos admisibles:

Fa > fa

$$f_a = \frac{P_{crít}}{A} = \frac{1950 \text{ Kg}}{10.6 \text{ cm}^2} = 183.96 \text{ Kg / cm}^2$$

$$F_a = 0.4 F_y = 0.4 (2500 \text{ Kg/cm}^2) = 1000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\therefore 183.96 \text{ Kg / cm}^2 < 1000 \text{ Kg / cm}^2 \text{ ¡Cumple!}$$

APÉNDICE D

CÁLCULOS DE DISEÑO DE LA PROPUESTA

D.1 Diseño de la estructura de la planta física del centro de educación inicial especial N° 100

El diseño de la estructura se divide en dos partes, la primera está definida por el diseño de los elementos estructurales a reparar en el modulo 1 y la segunda está dada por el diseño de la estructura total de los modulo 2 y 3.

Diseño de los elementos estructurales a sustituir en el modulo 1

Correas

En primer lugar la cubierta del techo va a ser sustituida por una cubierta de cemento poroso endurecido de espesor 10mm, el cual tiene un peso de $10\text{Kg}/\text{m}^2$, para la cual se mantendrá la inclinación de 6.15° en el techo. Se considero una velocidad del viento igual a $90\text{Km}/\text{horas}$, que para efecto de los cálculos se considera que la misma genera una carga de 30Kg .

Determinaciones de las cargas de diseño

1. Peso de la cubierta:

$$q = 10\text{Kg}/\text{m}^2(0.56\text{m})5.6\text{kg}/\text{m}$$

$$qx1 = 5.6\text{Kg}/\text{m}.\text{sen}\theta = 0.60\text{Kg}/\text{m}$$

$$qy1 = 5.6\text{Kg}/\text{m}.\text{cos}\theta = 5.57\text{Kg}/\text{m}$$

2. Peso propio del perfil I:

$$g = 4.65 \text{ Kg / m (asumido)}$$

$$g_x = 4.65 \text{ Kg / m} \cdot \text{sen} \theta = 0.50 \text{ Kg / m}$$

$$g_y = 4.65 \text{ Kg / m} \cdot \text{cos} \theta = 4.62 \text{ Kg / m}$$

3. Sobrecarga del viento sobre la cubierta considerando solo presión:

$$w = 30 \text{ Kg / m}^2 (0.56 \text{ m}) = 16.80 \text{ Kg / m}$$

4. Sobrecarga por montaje en la mitad de la luz $P=100\text{Kg}$:

$$P_x = 100 \text{ Kg} \cdot \text{sen} \theta = 10.71 \text{ Kg}$$

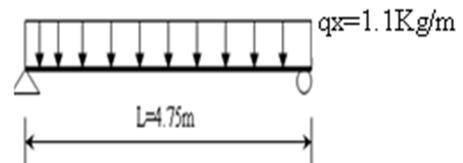
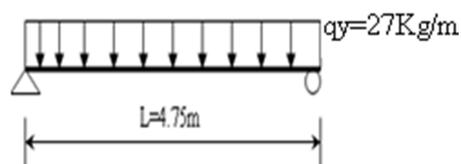
$$P_y = 100 \text{ Kg} \cdot \text{cos} \theta = 99.42 \text{ Kg}$$

Combinaciones de las cargas:

1. Carga muerta + carga de viento

$$q_x = q_d + g_x = 0.60 \text{ Kg / m} + 0.50 \text{ Kg / m} = 1.10 \text{ Kg / m}$$

$$q_y = q_l + w + g_y = 5.57 \text{ Kg / m} + 16.80 \text{ Kg / m} + 4.62 \text{ Kg / m} = 27 \text{ Kg / m}$$



$$M = q_y \cdot L^2 / 8 = 76.15 \text{ Kg.m}$$

$$R = q_y \cdot L / 2 = 64.13 \text{ Kg}$$

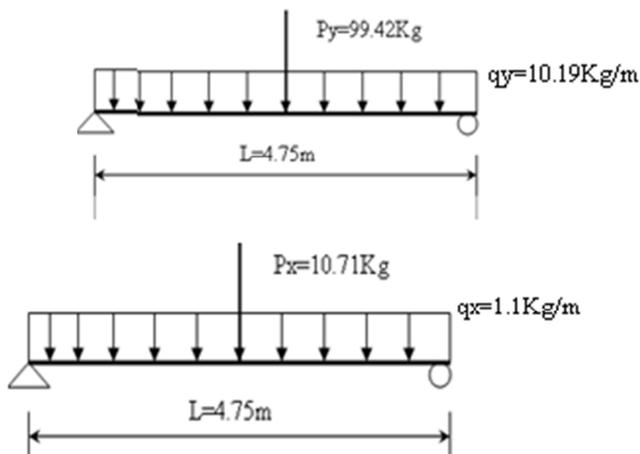
$$M = q_x \cdot L^2 / 8 = 3.10 \text{ Kg.m}$$

$$R = q_x \cdot L / 2 = 2.61 \text{ Kg}$$

2. Carga muerta + carga de montaje

$$q_x = 1.1 \text{Kg} / \text{m}; P_x = 10.71 \text{Kg}; P_y = 99.42 \text{Kg}$$

$$q_y = q_{y1} + g_y = 5.57 \text{Kg} / \text{m} + 4.62 \text{Kg} / \text{m} = 10.19 \text{Kg} / \text{m}$$



$$M = (q_y L^2 / 8) + (P_y L / 4) = 14680 \text{Kg} / \text{m}$$

$$R = (q_y L + P_y) / 2 = 7391 \text{Kg}$$

$$M = (q_x L^2 / 8) + (P_x L / 4) = 1582 \text{Kg} / \text{m}$$

$$R = (q_x L + P_x) / 2 = 7.97 \text{Kg}$$

Modulo de sección:

$$S_{nec} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.66 F_y} \quad \text{El Momento Máximo es de } 14680 \text{Kg.cm}; F_y = 3515 \text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{14680 \text{Kg.cm}}{0.72(3515 \text{Kg/cm}^2)} = 5.80 \text{cm}^3$$

$$S_{nec} \leq S_{\text{máx}} \Rightarrow 5.80 \text{cm}^3 < 14.27 \text{cm}^3 ; \text{Cumple!}$$

Se adopta un perfil CNDUVEN 100 X 40 y se verifica la deflexión máxima

$$\Delta = \frac{5qy.L^4}{384E.Ix} = \frac{5(0.01019Kg/cm)(475cm)^4}{384(2.1 \times 10^6 Kg/cm^2)(71.37cm^4)} = 0.045cm$$

$$L/300 = 475/300 = 1.58cm$$

$$\therefore 0.045cm < 1.58cm ; \text{Cumple!}$$

El perfil adoptado es: Perfil CONDUVEN 100 x 40

$$S_x = 14.27cm^3 \qquad r_y = 1.7cm$$

$$S_y = 8.53cm^3 \qquad I_x = 71.37cm^4$$

$$r_x = 3.47cm$$

El perfil seleccionado pesa 4.65Kg/m

Flexión esviada

$$\frac{M_x/S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y/S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{14680Kg.cm/14.27cm^3}{0.6(3515Kg/cm^2)} + \frac{1582Kg.cm/8.53cm^3}{0.75(3515Kg/cm^2)} = 0.56cm$$

$$\therefore 0.56cm < 1cm ; \text{Cumple!}$$

Vigas de carga

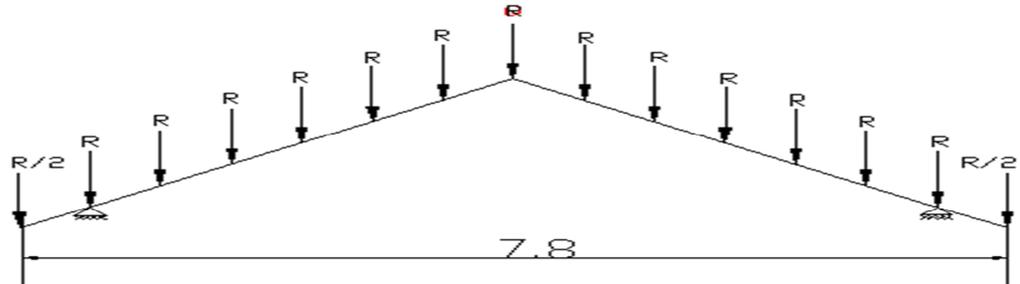
Las vigas de carga van a estar sometidas a las cargas transmitidas por las correas mas el peso propio del perfil, teniéndose que:

Peso propio del perfil (asumido): 42Kg/m

Peso transferido por las correas:

$$R_{correas} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(73.91Kg)^2 + (7.97Kg)^2} = 74.34Kg$$

De lo cual se obtiene:



$$M_{\text{máx}} = 850 \text{Kg.m} = 85000 \text{Kg.cm}$$

$$R_{\text{apoy}} = 600 \text{Kg}$$

Modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.66 F_y} \quad \text{El Momento Máximo es de } 350000 \text{Kg.cm; } F_y = 2500 \text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{85000 \text{Kg.cm}}{0.66(2500 \text{Kg/cm}^2)} = 51.52 \text{cm}^3$$

Con este modulo de sección se extrae de la tabla de perfiles SIDOR IPN (Tabla 1 del Anexo 2) un perfil con un modulo de sección mayor o igual y se obtiene que es:

IPN 140 x 66

$$A = 18.20 \text{cm}^2$$

P = 14.3Kg/m

$$S_x = 81.80 \text{cm}^3$$

d = 140mm

$$S_y = 10.60 \text{cm}^3$$

Se chequea que:

$$S_{\text{nec}} \leq S_{\text{máx}}$$

$$\therefore 51.52 \text{cm}^3 < 81.80 \text{cm}^3 \quad \text{¡Cumple!}$$

$$f_v < F_v$$

$$f_v = \frac{R_{apoy}}{A_w} = \frac{600Kg}{14cm(0.057cm)} = 75.19Kg / cm^2$$

$$F_v = 0.4F_y = 0.4(2500 Kg / cm^2) = 1000 Kg / cm^2$$

$$1000 Kg > 75.19 Kg / cm^2 ; \text{Cumple!}$$

$$d_{m\acute{a}x} > d_{nec}$$

$$L / d_{nec} = 28 \therefore L / 28 = 392cm / 14cm = 28$$

$$\therefore 28 \leq 28 ; \text{Cumple!}$$

Diseño de la estructura de los módulos 2 y 3

Los módulos 2 y 3 serán removidos y sustituidos por dos nuevos módulos cuyas longitudes serán de 5.90metros de ancho por 15.25metros de largo, aporticada y con una separación entre los pórticos de 3.05metros. Con un techo cuya cubierta será de cemento poroso endurecido de espesor 10mm, el cual tiene un peso de 10Kg/m² y correas que estarán espaciadas a 0.55metros. El techo mantendrá la inclinación de 6.15°. Se consideró una velocidad del viento igual a 90Km/horas, que para efecto de los cálculos se considera que la misma genera una carga de 30Kg.

Correas

Determinaciones de las cargas de diseño

1. Peso de la cubierta:

$$q = 10Kg / m^2 (0.55m) = 5.50Kg / m$$

$$q_{x1} = 5.50Kg / m \cdot \text{sen} \theta = 0.59Kg / m$$

$$q_{y1} = 5.50Kg / m \cdot \text{cos} \theta = 5.46Kg / m$$

2. Peso propio del perfil I:

$$g = 3.94 \text{Kg/m (asumido)}$$

$$g_x = 3.94 \text{Kg/m} \cdot \text{sen} \theta = 0.42 \text{Kg/m}$$

$$g_y = 3.94 \text{Kg/m} \cdot \text{cos} \theta = 3.92 \text{Kg/m}$$

3. Sobrecarga del viento sobre la cubierta considerando solo presión:

$$w = 30 \text{Kg/m}^2 (0.55 \text{m}) = 16.50 \text{Kg/m}$$

4. Sobrecarga por montaje en la mitad de la luz $P=100\text{Kg}$:

$$P_x = 100 \text{Kg} \cdot \text{sen} \theta = 10.71 \text{Kg}$$

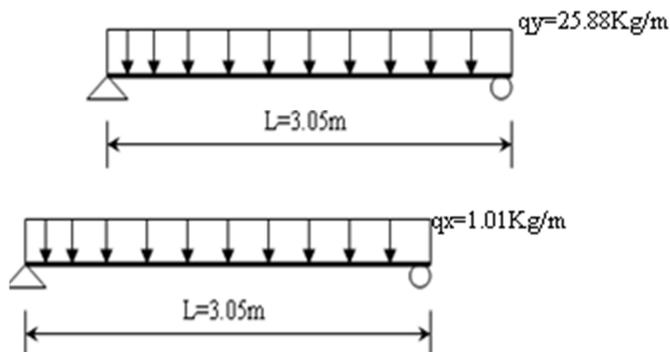
$$P_y = 100 \text{Kg} \cdot \text{cos} \theta = 99.42 \text{Kg}$$

Combinaciones de las cargas:

1. Carga muerta + carga de viento

$$q_x = q_{x1} + g_x = 0.59 \text{Kg/m} + 0.42 \text{Kg/m} = 1.01 \text{Kg/m}$$

$$q_y = q_{y1} + w + g_y = 5.46 \text{Kg/m} + 16.50 \text{Kg/m} + 3.92 \text{Kg/m} = 25.88 \text{Kg/m}$$



$$M = q_y \cdot L^2 / 8 = 30.09 \text{Kg.m}$$

$$R = q_y \cdot L / 2 = 39.67 \text{Kg}$$

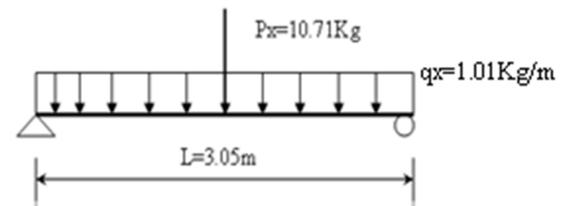
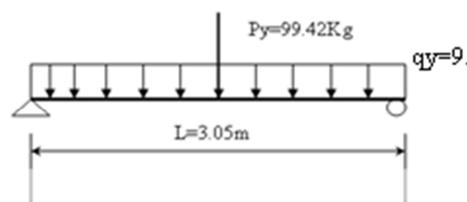
$$M = q_x \cdot L^2 / 8 = 1.17 \text{Kg.m}$$

$$R = q_x \cdot L / 2 = 1.54 \text{Kg}$$

2. Carga muerta + carga de montaje

$$q_x = 1.01 \text{Kg} / \text{m}; P_x = 10.71 \text{Kg}; P_y = 99.42 \text{Kg}$$

$$q_y = q_{y1} + q_{y2} = 5.46 \text{Kg} / \text{m} + 3.92 \text{Kg} / \text{m} = 9.38 \text{Kg} / \text{m}$$



$$M = (q_y L^2 / 8) + (P_y L / 4) = 8671 \text{Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = (q_y L + P_y) / 2 = 6401 \text{Kg}$$

$$M = (q_x L^2 / 8) + (P_x L / 4) = 9.34 \text{Kg} \cdot \text{m}$$

$$R = (q_x L + P_x) / 2 = 6.89 \text{Kg}$$

Modulo de sección:

$$S_{nec} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.6 F_y} \quad \text{El Momento Máximo es de } 8671 \text{Kg} \cdot \text{cm}; F_y = 3515 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{nec} \geq \frac{8671 \text{Kg} \cdot \text{cm}}{0.72(3515 \text{Kg} / \text{cm}^2)} = 3.43 \text{cm}^3$$

Se adopta un perfil CONDUVEN 80 x 40 y se verifica la deflexión máxima

$$\Delta = \frac{5 q_y L^4}{384 E I_x} = \frac{5(0.00938 \text{Kg} / \text{cm})(305 \text{cm})^4}{384(2.1 \times 10^6 \text{Kg} / \text{cm}^2)40.61 \text{cm}^4} = 0.01 \text{cm}$$

$$L / 300 = 475 / 300 = 1.02 \text{cm}$$

$$\therefore 0.01 \text{cm} < 1.02 \text{cm}; \text{Cumple!}$$

El perfil adoptado es: Perfil CONDUVEN 80 x 40

$$\begin{aligned} S_x &= 10.15 \text{ cm}^3 & r_y &= 1.66 \text{ cm} \\ S_y &= 6.92 \text{ cm}^3 & I_x &= 40.61 \text{ cm} \\ r_x &= 2.84 \text{ cm} \end{aligned}$$

El perfil seleccionado pesa 3.94kg/m

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x} \Rightarrow 3.43 \text{ cm}^3 < 10.15 \text{ cm}^3 \text{ ¡Cumple!}$$

Flexión esviada

$$\frac{M_x / S_x}{0.6F_y} + \frac{M_y / S_y}{0.75F_y} \leq 1 \Rightarrow \frac{8671 \text{ Kg.cm} / 10.15 \text{ cm}^3}{0.6(3515 \text{ Kg} / \text{cm}^2)} + \frac{934 \text{ Kg.cm} / 6.92 \text{ cm}^3}{0.75(3515 \text{ Kg} / \text{cm}^2)} = 0.01 \text{ cm}$$

$$\therefore 0.01 \text{ cm} < 1 \text{ cm} \text{ ¡Cumple!}$$

Vigas de carga

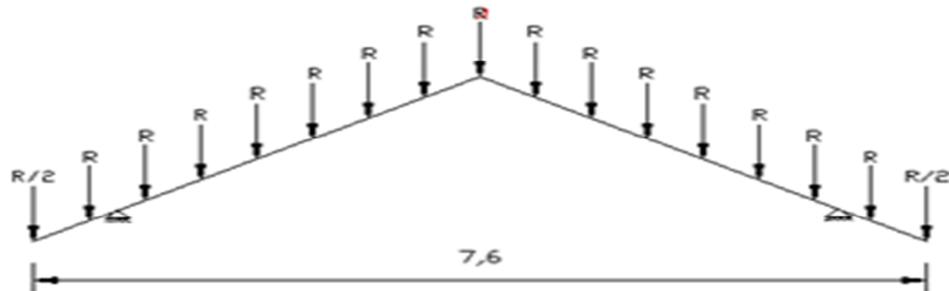
Las vigas de carga van a estar sometidas a las cargas transmitidas por las correas mas el peso propio del perfil, teniéndose que:

Peso propio del perfil (asumido): 15Kg/m

Peso transferido por las correas:

$$R_{correas} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(64.01 \text{ Kg})^2 + (6.89 \text{ Kg})^2} = 64.38 \text{ Kg}$$

De lo cual se obtiene:



$$M_{\text{máx}} = 600\text{Kg.m} = 60000\text{Kg.cm}$$

$$R_{\text{apoy}} = 550\text{Kg}$$

Modulo de sección:

$$S_{\text{nec}} \geq \frac{M_{\text{máx}}}{0.66F_y} \quad \text{El Momento Máximo es de } 60000\text{Kg.cm}; F_y=2500\text{Kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow S_{\text{nec}} \geq \frac{60000\text{Kg.cm}}{0.66(2500\text{Kg/cm}^2)} = 36.36\text{cm}^3$$

Con este modulo de sección se extrae de la tabla de perfiles SIDOR IPN (Tabla 1 del Anexo 2) un perfil con un modulo de sección mayor o igual y se obtiene que es:

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| | d=140mm |
| IPN 140 | A=18.20cm ² |
| P=14.30Kg/m | S _x =81.80cm ³ |
| | S _y =10.60cm ³ |

Se chequea que:

$$S_{nec} \leq S_{m\acute{a}x}$$

$$\therefore 36.36\text{cm}^3 < 81.80\text{cm}^3 \text{ ¡Cumple!}$$

$$f_v < F_v$$

$$f_v = \frac{R_{apoy}}{A_w} = \frac{550\text{Kg}}{14\text{cm}(0.57\text{cm})} = 68.92\text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_v = 0.4F_y = 0.4(2500\text{ Kg} / \text{cm}^2) = 1000\text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\therefore 1000\text{ Kg} > 68.92\text{ Kg} / \text{cm}^2 \text{ ¡Cumple!}$$

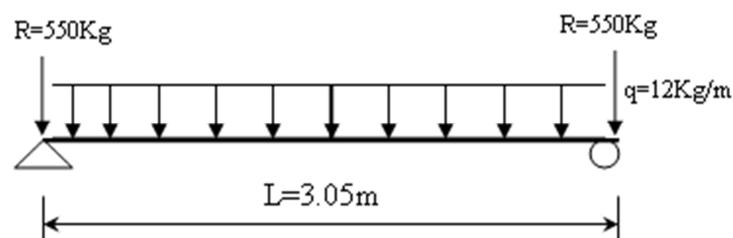
$$d_{m\acute{a}x} > d_{nec}$$

$$L / d_{nec} = 28 \therefore L / 28 = d_{nec} = 382\text{cm} / 14\text{cm} = 27.28$$

$$\therefore 24.58 < 28 \text{ ¡Cumple!}$$

Vigas de amarre

Estas van a estar cargadas con el peso propio del perfil y además transmitirán las cargas de las vigas de cargas hasta las columnas.



$$M_{m\acute{a}x} = 13.95\text{Kg.m} \approx 15\text{Kg} / \text{m}$$

$$R_{apoy} = 568.30\text{Kg} \approx 600\text{Kg} / \text{m}$$

Se adopta un perfil IPN SIDOR 120x58 y se verifica:

$$d_{m\acute{a}x} > d_{nec}$$

$$L / d_{nec} = 28 \therefore L / 28 = d_{nec} = 305\text{cm} / 12\text{cm} = 24.42$$

$$\therefore 24.42 < 28 \text{ ¡Cumple!}$$

$$f_v < F_v$$

$$f_v = \frac{Rapoy}{Aw} = \frac{600Kg}{12cm(0.51cm)} = 98.04Kg / cm^2$$

$$F_v = 0.4F_y = 0.4(2500 Kg / cm^2) = 1000 Kg / cm^2$$

$$\therefore 1000 Kg > 98.04 Kg / cm^2 \text{ ¡Cumple!}$$

Columnas y planchas bases de columnas:

Las columnas estarán sometidas a todas las cargas transferidas por las vigas de amarre mas el peso propio de la columna, mas el peso por concepto de cielo raso, por lo que se tiene que las cargas gravitacionales son:

1. Carga transferidas por las vigas de amarre: 600Kg
2. Peso propio de la columna (asumido): $15Kg / m(3.08m) = 46.20Kg$
3. Peso del cielo raso:

$$\text{Peso} = 5.25Kg/pieza$$

$$\text{Pieza} = 0.605m (1.210m) = 0.732m^2$$

$$\text{Pes.pieza} = 5.25Kg / (0.732m^2) = 7.17Kg/m^2$$

$$\text{Área tributaria} = 3.05m (5.90m/2) = 9m^2$$

$$\therefore \text{Pes. Cielo raso} = 7.17Kg/m^2(9m^2) = 64.53Kg$$

$$P.total = 600Kg + 46.20Kg + 64.53Kg = 710.73Kg \approx 750Kg$$

Ya que las columnas no serán arriostradas en ninguno de los dos planos se tendrá en cuenta un coeficiente K de longitud efectiva igual a 2.1 tal como se muestra en la A.20. Factores K de longitud efectiva de columnas para miembros empotrados y articulados en condiciones de diseño. Las columnas medirán 3.08 metros de longitud. Para lo antes dicho se calcula lo siguiente:

Chequeo del radio de giro:

$$r_x > r_{\text{máx}.x} \text{ y } r_y > r_{\text{máx}.y}$$

$$\text{Tanto } K_x = K_y = 0.7$$

$$I_{\text{nec}} = \frac{P_{\text{crít}}(KL)^2}{\pi^2 E} \Rightarrow I_{\text{nec}} = \frac{1500 \text{Kg}(0.7 * 308 \text{cm})^2}{\pi^2 (2.1 * 10^6 \text{Kg} / \text{cm}^2)} = 3.36 \text{cm}^4$$

Se debe cumplir con que:

$$I_x > I_{\text{nec}}, \therefore 3.36 \text{cm}^4 < 572 \text{cm}^4 ; \text{Cumple!}$$

$$r_x = 5.60 \text{cm}$$

Chequeo de la esbeltez:

$$\frac{KL}{r_x} \leq 120 \Rightarrow \frac{2.1 * 308}{5.60} = 115.50$$

$$\therefore 115.50 < 120 ; \text{Cumple!}$$

Chequeo de los esfuerzos admisibles:

$$F_a > f_a$$

$$f_a = \frac{P_{\text{crít}}}{A} = \frac{1500 \text{Kg}}{18.20 \text{cm}^2} = 84.42 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_a = 0.4 F_y = 0.4 (2500 \text{Kg} / \text{cm}^2) = 1000 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$\therefore 84.42 \text{Kg} / \text{cm}^2 < 1000 \text{Kg} / \text{cm}^2 ; \text{Cumple!}$$

El perfil seleccionado es un perfil I SIDOR 140X66 para el que se tiene que:

$$b_f = 66 \text{mm} \text{ y } d = 140 \text{mm}$$

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días se toma para condiciones de diseño de fundaciones de $f'_c = 200 \text{Kg} / \text{cm}^2$

$$\therefore F_p = 0.35 f'_c = 0.35 (200 \text{Kg} / \text{cm}^2) = 70 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

$$A_{\text{nec}} = \frac{1500 \text{Kg}}{70 \text{Kg} / \text{cm}^2} = 21.43 \text{cm}^2 \Rightarrow (\sqrt{\quad}) = \sqrt{21.43 \text{cm}^2} = 4.63 \text{cm}$$

$$\therefore B = C = 5 \text{cm} \Rightarrow A = B \times C = (5 \text{cm})^2 = 25 \text{cm}^2$$

Área equivalente:

$$0.8bf = 0.8(6.6cm) = 5.28cm \Rightarrow n = 5cm$$

$$0.75d = 0.75(14cm) = 10.5cm \Rightarrow m = 6cm$$

$$Bequiv = 2n + 0.8bf / 2 = 2(5cm) + 5.28cm / 2 = 12.64cm \approx 13cm$$

$$Cequiv = 2m + 0.95d / 2 = 2(6cm) + 10.5cm / 2 = 17.25cm = 18cm$$

$$\therefore Aequiv = 13cm(18cm) = 234cm^2$$

$$fp = \frac{P}{Aequiv} = \frac{1500Kg}{234cm^2} = 6.41Kg / cm^2$$

Espesor de la placa:

$$tp = 2m \sqrt{\frac{fp}{Fy}} = 2(6cm) \sqrt{\frac{6.41Kg / cm^2}{2500Kg / cm^2}} = 0.61cm$$

Esto implica que la plancha base a utilizar debe tener como mínimo las dimensiones 130mm x 180mm x 6.1mm, sin embargo, por razones constructivas y el tamaño de los pernos se adoptaran las dimensiones de 200mmx250mmx7mm que se soldará con electrodo e-70XX y se colocaran dos pernos de 5/8".

Fundaciones:

Para el diseño de las fundaciones se asumió una capacidad admisible del suelo de $1Kg/cm^2$

ó $10ton/m^2$. Además se tomo en cuenta que se trata de un suelo arenoso cuyas características generales son las siguientes:

Profundidad de la fundación=1m (asumida)

Carga P:

$$P = 1500Kg + P.fund + P.VigR = 1500Kg + 606Kg = 2106Kg \approx 2200Kg = 2.2ton$$

Modulo de elasticidad del suelo= $200Kg/cm^2 = 2 \times 10^3 ton/m^2$ (asumido)

Factor de influencia de la fundación=0.88 (zapatas rígidas cuadradas)

Relación de Poisson=0.30 (arenas)

$$f'c=200\text{Kg/cm}^2$$

$$f_y=4200\text{Kg/cm}^2$$

Dimensiones de la fundación:

$$A_{fund} = \frac{\gamma P}{q_y} = \frac{1.15(3000\text{Kg})}{1\text{Kg/cm}^2} = 3450\text{cm}^2$$

Para una fundación cuadrada se tiene que: $A = B = \sqrt{3450\text{cm}^2} = 58.74\text{cm}$

Pero estos 58.74cm se aproximan a una fundación cuadrada de 80cm x 80cm por facilidades constructivas.

$$q_o = \frac{2.2\text{ton}}{(0.80\text{m})^2} = 3.44\text{ton/m}^2$$

Para la fundación antes dimensionada se chequea el asentamiento diferencial y se obtiene que:

$$Se < Se.máx$$

$$Se.máx = 1" = 2.54\text{cm} \therefore Se < 2.54\text{cm}$$

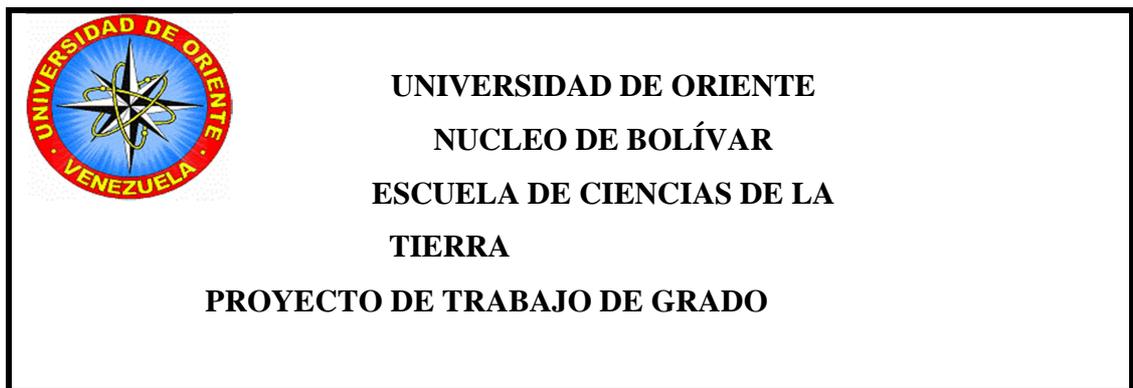
$$Se = \frac{0.80\text{m}(3.44\text{ton/m}^2)(0.88)[1 - (0.30)^2]}{2 \times 10^3\text{ton/m}^2} = 0.0011\text{m} = 0.11\text{cm}$$

$$0.11\text{cm} < 2.54\text{cm} ; \text{Cumple!}$$

Las dimensiones de la fundación son de 0.80m x 0.80m x 0.20m

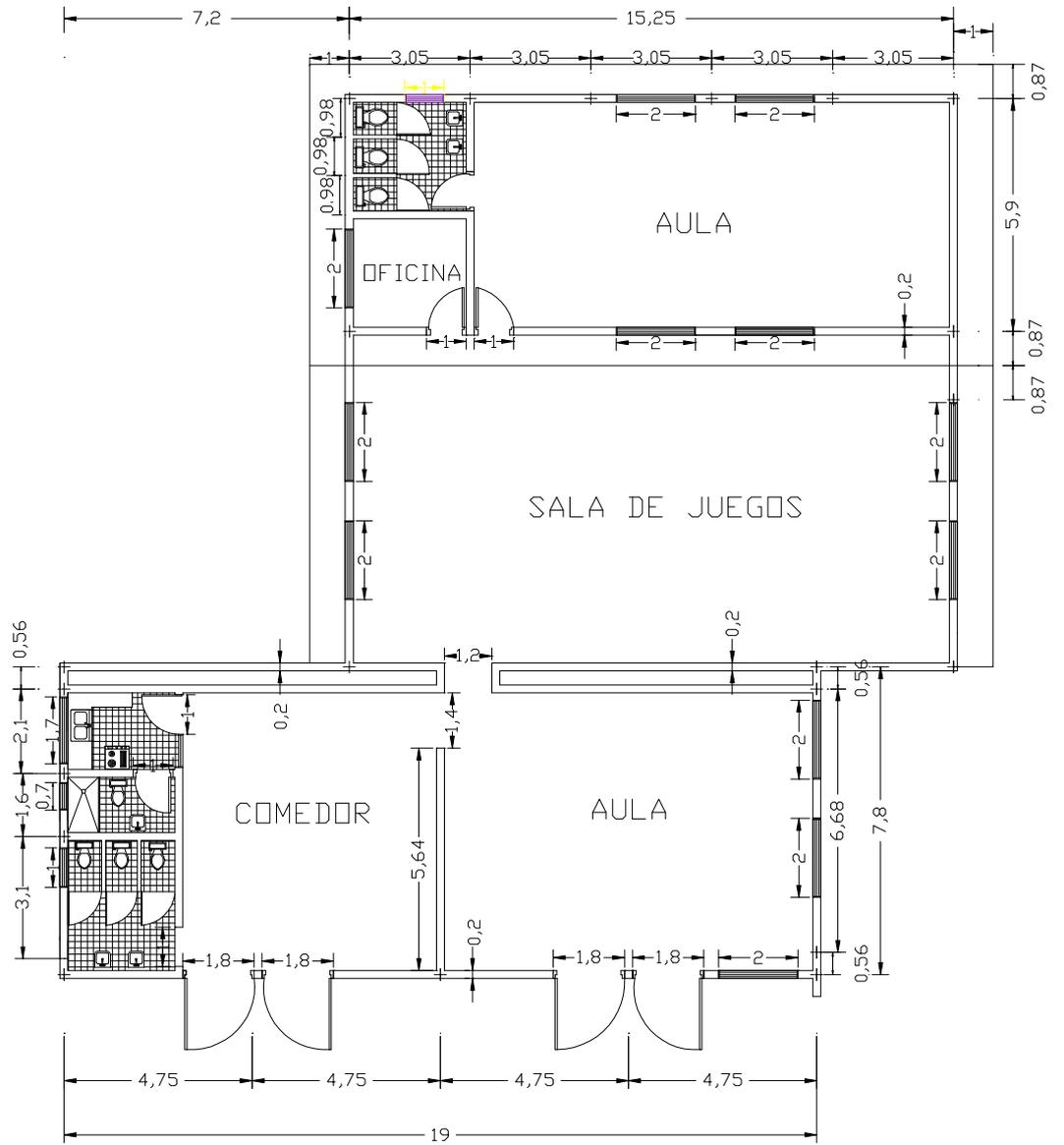
APÉNDICE E

PLANOS DE LA PROPUESTA A LA REHABILITACION DE LA PLANTA FÍSICA DEL CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL N° 100



| | |
|--|---|
| <p>PROYECTO:</p> <p>Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la planta física del centro de educación inicial especial N°100</p> | <p>PLANO DE PLANTA PROPUESTO DEL CENTRO DE EDUCACION INICIAL ESPECIAL N°100.</p> |
| <p>ELABORADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | |
| <p>REVISADO POR:</p> | |

| | |
|--|-----------------------------|
| Giovanni Grieco | |
| APROBADO POR Giovanni Grieco | FECHA: Abril de 2010 |
| DIBUJADO POR: Liseth Fratangeli | APÉNDICE: E1 |



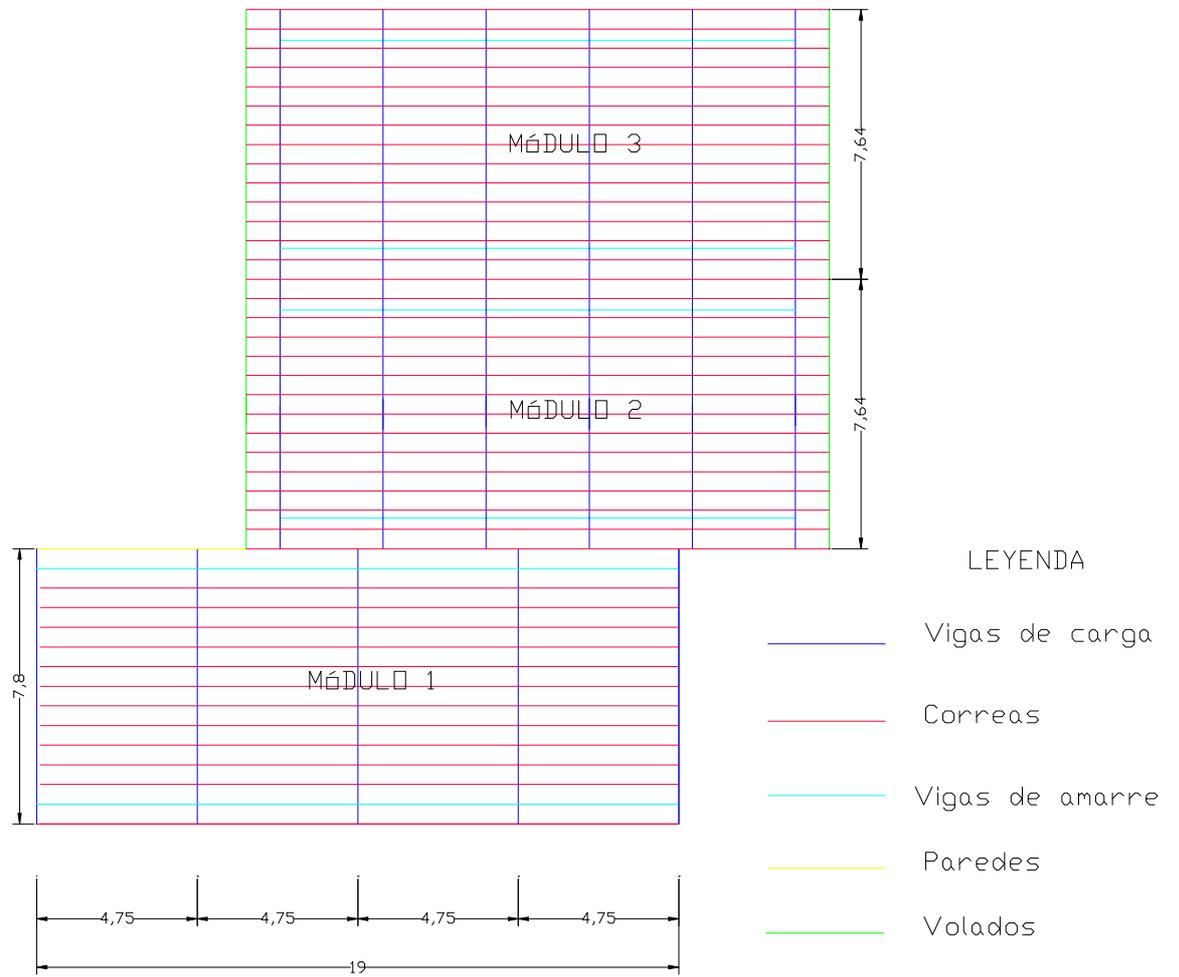


**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
 NUCLEO DE BOLÍVAR
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA
 TIERRA**

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|--|--|
| <p>PROYECTO:</p> <p>Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la planta física del centro de educación inicial especial N°100</p> | <p>UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES (CORREAS, VIGAS DE CARGA, VIGAS DE AMARRE) EN PLANTA, PROPUESTOS.</p> |
| <p>ELABORADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | |
| <p>REVISADO POR:</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |
| <p>APROBADO POR</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |

| | |
|---|----------------------------|
| <p>DIBUJADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | <p>APÉNDICE:</p> <p>E2</p> |
|---|----------------------------|





**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
 NUCLEO DE BOLÍVAR
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA
 TIERRA**

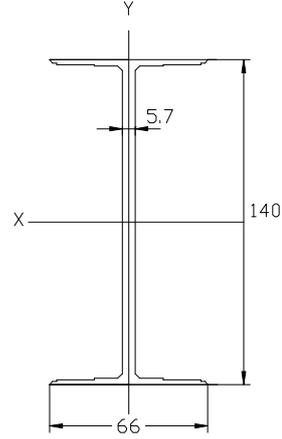
PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|--|--|
| <p>PROYECTO:</p> <p>Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la planta física del centro de educación inicial especial N°100</p> | <p>DETALLE DE LOS PERFILES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROPUESTOS.</p> |
| <p>ELABORADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | |
| <p>REVISADO POR:</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |
| <p>APROBADO POR</p> <p>Giovanni Grieco</p> | <p>FECHA:</p> <p>Abril de 2010</p> |

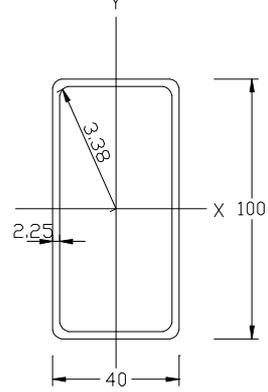
| | |
|---|----------------------------|
| <p>DIBUJADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | <p>APÉNDICE:</p> <p>E3</p> |
|---|----------------------------|

MÓDULO 1

Vigas de carga IPN-140

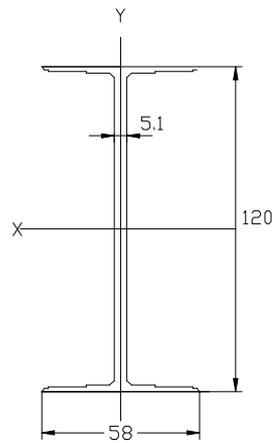


Correas CONDUVEN 100*40

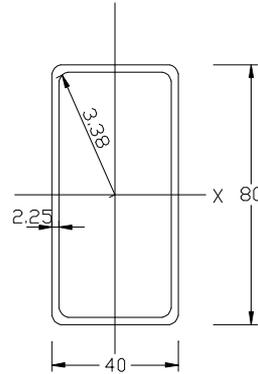


MÓDULOS 2 Y 3

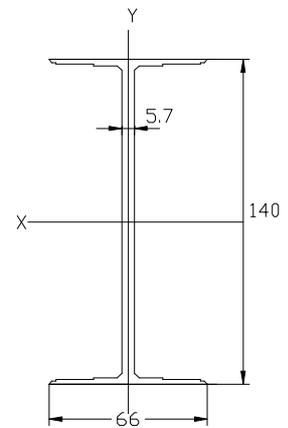
Vigas de Carga y Columnas IPN-140



Correas CONDUVEN 80*40



Vigas de amarre IPN-120





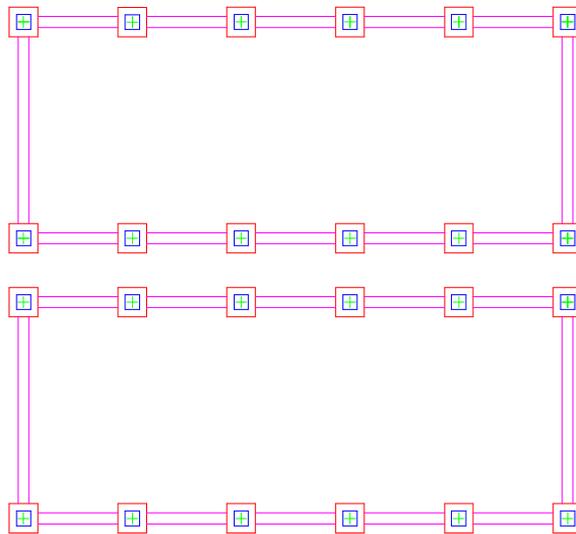
**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
 NUCLEO DE BOLÍVAR
 ESCUELA DE CIENCIAS DE LA
 TIERRA**

PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

| | |
|--|---|
| <p>PROYECTO:</p> <p>Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento a la planta física del centro de educación inicial especial N°100</p> | <p>PLANTA DE FUNDACIONES PROPUESTA.</p> |
| <p>ELABORADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | |
| <p>REVISADO POR:</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |
| <p>APROBADO POR</p> <p>Giovanni Grieco</p> | |

| | |
|---|----------------------------|
| <p>DIBUJADO POR:</p> <p>Liseth Fratangeli</p> | <p>APÉNDICE:</p> <p>E4</p> |
|---|----------------------------|

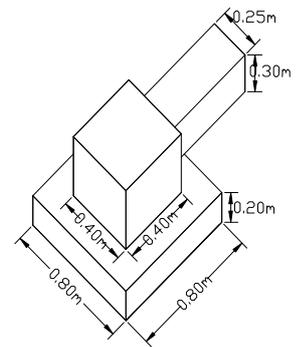
FUNDACIONES



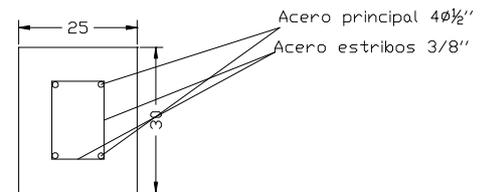
Leyenda

- Pedestal
- Zapatas
- Viga de Riostra

Detalle de Fundación



Detalle de Viga de riostra



ANEXOS

ANEXO 1

CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL PROYECTO DE EDIFICACIONES COVENIN 2002-88

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2002 - 88**

**CRITERIOS Y ACCIONES
MÍNIMAS PARA EL
PROYECTO DE
EDIFICACIONES**

(PROVISIONAL)



MINISTERIO DEL DESARROLLO URBANO
DIRECCION GENERAL SECTORIAL DE EDIFICACIONES



COVENIN

ANEXO 2

TABLAS CON LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PERFILES IPN Y CONDUVEN

| Designación | Peso | Área | Dimensiones | | | | Propiedades | | | | | | Constantes | |
|-------------|------|----------------|-------------|------|-----|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | | | Altura | Alas | | Anchura | Eje X-X | | | Eje Y-Y | | | Flexión | |
| | | | | d | f | | f | w | I _x | S _x | r _x | I _y | S _y | r _y |
| mm x mm | g/m | m ² | mm | | | | m ⁴ | m ³ | m | m ⁴ | m ³ | m | m | m ⁻¹ |
| 80 x 42 | 6.01 | .66 | 80 | 2 | .40 | .60 | 4.9 | 8.7 | .13 | .69 | .71 | .86 | .02 | .74 |
| 100 x 50 | 8.34 | 0.6 | 100 | 0 | .80 | .50 | 70 | 4.1 | .00 | 2.1 | .86 | .07 | .24 | .08 |
| 120 x 58 | 11.1 | 4.2 | 120 | 8 | .70 | .10 | 27 | 4.5 | .80 | 1.4 | .38 | .23 | .43 | .81 |
| 140 x 66 | 14.3 | 8.2 | 140 | 6 | .60 | .70 | 72 | 1.8 | .60 | 5.1 | 0.6 | .39 | .62 | .58 |
| 160 x | 1 | | 160 | | | | 6 | 1 | | 5 | 1 | 1 | 1 | 2 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 74 | 7.9 | 2.8 | | 4 | .50 | .30 | 34 | 17.0 | .40 | 4.6 | 4.7 | .55 | .81 | .38 |
| 180 x | 2 | | 180 | | | | 6 | 1 | | 8 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 82 | 1.9 | 7.9 | | 2 | 0.4 | .90 | 440 | 60.0 | .20 | 1.2 | 9.8 | .71 | .00 | .20 |
| 200 x | 2 | | 200 | | | | 7 | 2 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 90 | 6.2 | .4 | | 0 | 1.3 | .50 | 140 | 14.0 | .00 | 16.0 | 5.9 | .87 | .19 | .05 |
| 240 x | 3 | | 240 | | | | 8 | 3 | | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 |
| 106 | 6.2 | 6.1 | | 06 | 3.1 | .70 | 240 | 53.0 | .59 | 20.0 | 1.5 | .19 | .57 | .80 |
| 300 | 5 | | 300 | | | | 1 | 6 | | 4 | 7 | 2 | 3 | 1 |
| x125 | 4.2 | 9.0 | | 25 | 6.2 | 0.80 | 790 | 52.0 | 1.9 | 49.0 | 1.9 | .55 | .03 | .55 |

1. Características generales, dimensiones y propiedades para el diseño de los perfiles IPN

2. Características generales, dimensiones y propiedades estáticas de los tubos estructurales CONDUVEN ECO de sección rectangular

| Dimensiones | | | Sección | Peso | Propiedades Estáticas | | | | | |
|-------------|--------|--------|----------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| H x B (mm) | e (mm) | R (mm) | A (cm ²) | Kg/m | I _x (cm ⁴) | S _x (cm ³) | r _x (cm) | I _y (cm ⁴) | S _y (cm ³) | r _y (cm) |
| 80 x 40 | 2.25 | 3.38 | 5.02 | 3.94 | 40.61 | 10.15 | 2.84 | 13.84 | 6.92 | 1.66 |
| 100 x 40 | 2.25 | 3.38 | 5.92 | 4.65 | 71.37 | 14.27 | 3.47 | 17.05 | 8.53 | 1.70 |
| 120 x 60 | 2.50 | 3.75 | 8.54 | 6.70 | 159.29 | 26.55 | 4.32 | 54.67 | 18.22 | 2.53 |
| 140 x 60 | 3.00 | 4.50 | 11.33 | 8.89 | 274.27 | 39.18 | 4.92 | 73.46 | 24.49 | 2.55 |
| 160 x 65 | 3.40 | 5.10 | 14.44 | 11.34 | 449.65 | 56.21 | 5.58 | 114.11 | 33.97 | 2.77 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|-------------|------------|----------|
| 180 x 65 | 4. 00 | 6.0 | 18.4 1 | 14.4 5 | 697. 99 | 77.5 5 | 6.16 | 14.8 8 | 43.3 5 | 2. 77 |
| 200 x 70 | 4. 30 | 6.45 | 21.8 5 | 17.1 5 | 101 6.19 | 101. 62 | 6.82 | 194. 94 | 55.7 0 | 2. 99 |
| 220 x 90 | 4. 50 | 6.75 | 26.3 9 | 20.7 2 | 156 1.83 | 141. 98 | 7.69 | 388. 34 | 86.3 0 | 3. 84 |
| 260 x 90 | 5. 50 | 8.25 | 36.2 5 | 28.4 6 | 284 4.82 | 218. 83 | 8.86 | 536. 10 | 119. 13 | 3. 85 |
| 300 x 100 | 5. 50 | 8.25 | 41.7 5 | 32.7 7 | 436 6.42 | 291. 09 | 10.2 3 | 777. 00 | 155. 40 | 4. 31 |
| 300 x 100 | 7. 00 | 10.5 0 | 52.3 6 | 41.1 0 | 536 0.46 | 357. 36 | 10.1 2 | 943. 61 | 188. 72 | 4. 25 |
| 320 x 120 | 7. 00 | 10.5 0 | 57.9 6 | 45.5 0 | 703 2.23 | 439. 51 | 11.0 2 | 151 2.24 | 252. 04 | 5. 11 |
| 320 x 120 | 9. 00 | 13.5 0 | 73.1 8 | 57.4 5 | 865 4.16 | 540. 89 | 1.87 | 184 1.31 | 306. 88 | 5. 02 |
| 350 x 170 | 9. 00 | 13.5 0 | 87.5 8 | 68.7 5 | 135 46.10 | 774. 06 | 12.4 4 | 441 8.30 | 519. 80 | 7. 10 |

ANEXO 3

**INFORMES LEVANTADOS POR PROTECCIÓN CIVIL Y
GOBERNACIÓN EN EL PREESCOLAR**

|  BOLIVAR Integración y Progreso | | SECRETARIA DE EDUCACION DIRECCIÓN DE EDIFICACIONES EDUCATIVAS | | FECHA Y HORA: 21.01.2009 Hora 10:15 | |
|--|---|--|-------|--|---|
| VISITA TÉCNICA | | | | | |
| INSTITUCIÓN | CEJ No 100 | | | NOMBRE DE LA OBRA: | |
| DIRECCIÓN | Calle Independencia | | | TIEMPO DE EJECUCIÓN | |
| MUNICIPIO | Heres Parroquia Vista Hermosa | | | INICIO DE LA OBRA | |
| MATRICULA | 26 + 16 = 402 | | | ESTATUS DE LA OBRA | |
| TURNO | Bolivariano | MAÑANA | TARDE | ENTE EJECUTOR | |
| N° DE SECCIONES | 04 | | | EMPRESA | |
| PRIMARIA | | MAÑANA | TARDE | NOMBRE DEL INSPECTOR | |
| PREESCOLAR | 04 Aula .K | MAÑANA | TARDE | OBJETIVO DE LA VISITA | <input checked="" type="checkbox"/> ATENCIÓN A SOLICITUD <input type="checkbox"/> SEGUIMIENTO Y CONTROL DE OBRAS |
| NÚMERO DE AULAS | 04 | | | | |
| PERSONA DE CONTACTO | Rita Mare Sifonte | | | | |
| SITUACIÓN ACTUAL | <p>- Los techos de las aulas y comedor están en franco deterioro por causas de grietas y filtraciones y el mal estado de la capa asfáltica (Manto)</p> <p>- La parte del sistema eléctrico también presenta deterioro las tuberías, cables y lamparas circulares.</p> <p>- Reparación de los Baños (w.c. y lavamanos)</p> | | | | |
| RECOMENDACIONES | <p>- Debido a los Daños en los techos, no es pertinente dar clases ya que se filtra cuando llueve y suelta escoria y los niños realizan actividades en el Patio.</p> | | | | |
| OBSERVACIONES | <p>- Se Realiza medición en los techos para Realizar presupuesto de las obras necesarias para futuros trabajos</p> | | | | |
| FIRMA FUNCIONARIO VISITANTE | Carlo Bamón | | | FIRMA INSTITUCIÓN VISITADA | Rita Mare Sifonte |
| | Asist de Obras Civiles | | | | José Orta |
| | | | | | Asistente de Constr |



SECRETARIA DE SEGURIDAD CIUDADANA
DIRECCIÓN ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL
Y ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES



Evaluación de Riesgo

Sector Virgen del Vallé - Parroquia Vista Hermosa
Ciudad Bolívar - Municipio Heres

N° Evaluación: DI - 52 / 2007

Fecha Evaluación: 26/03/2007

Hora Evaluación: 10:30 HLIV

Situación

Por solicitud del Jefe de División de Operaciones Edgar Hurtado, pide se realiza Inspección de Riesgo en el Centro de Educación Inicial Especial 100, ubicado en el sector Virgen del Valle a lado del Colegio Francisco de Miranda de esta localidad.

Acciones Tomada

Se traslada comisión de Protección Civil Bolívar conformada por Analista Geólogo Edward Odremán, Téc. Prevencionista Miguel Salazar, Jefe de Operaciones Edgar Hurtado y Téc. Conductor Luis Rodríguez a bordo de la unidad 51 de Protección Civil a realizar la Evaluación.

Apreciaciones

- El Plantel cuenta con un grupo de 105 estudiantes cuyas edades oscilan entre 0 y 6 años, y 13 empleados (docente, administrativo y obreros).
- Actualmente el Kinder se encuentra anegado debido al mal estado del techo, (grietas en el techo, canales de agua podridos, manto impermeable en franco deterioro).
- Cableado eléctrico en mal estado.



PREVENIR ES VIVIR

Av. Germanía. Frente al Hospital Universitario Ruiz y Píez. Tfnos. Emergencia: 58-0414-8504991, (Fijo) 58-0285-6324335, 6321916
e-mail: proteccionci_bolivar@hotmail.com, pomanisimio@hotmail.com, proteccionciestadobolivar@yahoo.es
Apdo Postal 8001, P.O. Box 337, Cd. Bolívar Edo Bolívar, Venezuela

Recomendaciones

- Remodelación total del techo, instalar un cableado eléctrico nuevo con la finalidad de eliminar el riesgo que este representa para los estudiantes, docentes y obreros del plantel.
- Que los entes competentes en la materia, presten atención al caso planteado con la finalidad de solucionar la problemática del Plantel.


Anal. Geó. Edward, Odreman
Intervención de Riesgo


Prof. FRANCISCO DELASCIO CHITTY
Jefe. División Gestión de Riesgo


Dr. CARLOS JOHNSON
Director, Dirección Estatal de Protección Civil
y Administración de Desastres
Gobernación del Estado Bolívar



PREVENIR ES VIVIR

Av. Germania, Frente al Hospital Universitario Ruiz y Páez, Tínon. Emergencia: 58-0414-8504991, (Fax) 58-0285-6324335,6321916
e-mail: proteccioncivil_bolivar@hotmail.com, gestionderiesgo@hotmail.com, proteccioncivilestadobolivar@yahoo.es
Apto. Postal 8001, P.O. Box 337, Cd. Bolívar Edo. Bolívar, Venezuela

ANEXO 4

NORMA ACI 324 224.1R-93. CAUSAS, EVALUACIÓN Y REPARACIÓN DE FISURAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.

Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón

Informado por el Comité ACI 224

Grant T. Halvorsen
Presidente

Randall W. Poston
Secretario

Peter Barlow†‡
Florian Barth†
Alfred G. Bishara*
Howard L. Boggs
Merle E. Brander†
Darvid Darwin‡
Fouad H. Fouad

David W. Fowler§
Peter Gergely
Will Hansen
M. Nadim Hassoun
Tony C. Liu‡
Edward G. Nawy
Harry M. Palmbaum

Keith A. Pashina
Andrew Scanlon‡
Ernest K. Schrader
Wimal Suaris
Lewis H. Tuthill
Zenon A. Zielinski

* Autor contribuyente

† Miembro del Grupo de Trabajo que preparó estas revisiones

‡ Autor principal

§ Presidente del Grupo de Trabajo que preparó estas revisiones

Nota: Los Miembros Asociados Masayasu Ohtsu y Robert L. Yuan, y el Miembro Consultor LeRoy Lutz contribuyeron a las revisiones de este documento.

Se resumen las causas de fisuración de las estructuras de hormigón. Se presentan los procedimientos usados para evaluar la fisuración del hormigón y las principales técnicas para reparar fisuras. Se discuten los principales métodos de reparación de fisuras y se brinda una guía para su correcta aplicación.

Palabras clave: Autocurado; vigas (apoyos); reacciones cemento-agregados; construcciones de hormigón; losas de hormigón; hormigones; consolidación; corrosión; fisuración (fractura); perforación; retracción por secado; resinas epoxi; evaluación; falla; llenado con mortero; calor de hidratación; hormigón masivo; metacrilatos; dosificación de mezclas; plásticos; polímeros y resinas; hormigón premoldado; hormigón pretensado; hormigón armado; reparaciones; reafirmado; sellado; asentamiento (estructural); retracción; especificaciones; diseño estructural; tracción; expansión térmica; cambio de volumen.

TABLA DE CONTENIDOS

Prefacio, p. 2

Capítulo 1 – Causas y control de la fisuración, p. 2

1.1 – Introducción

1.2 – Fisuración del hormigón en estado plástico

* La intención de los Informes, Guías, Prácticas Normalizadas y Comentarios de los Comités ACI es proveer lineamientos para la planificación, diseño, ejecución e inspección de las construcciones. Este documento fue preparado para ser utilizado por personas capacitadas para evaluar la relevancia y limitaciones de su contenido y recomendaciones, personas que se harán responsables por la aplicación del material que contienen las publicaciones. El American Concrete Institute deslinda cualquier responsabilidad por los principios expuestos. El Instituto no será responsable por cualquier pérdida o daño que surgiera de los mismos.

No se hará referencia a este documento en ningún documento contractual. Si el Arquitecto / Ingeniero desea que los elementos de este documento formen parte de los documentos contractuales, dichos elementos deberán ser reescritos en términos obligatorios para poder ser incorporados por el Arquitecto / Ingeniero.

ACI 224.1R-93 reemplaza a ACI 224.1R-90, y entró en vigencia el 1° de Setiembre de 1993.

1.3 – Fisuración del hormigón endurecido

Capítulo 2 – Evaluación de la fisuración, p. 9

2.1 – Introducción

2.2 – Determinación de la ubicación y magnitud de la fisuración del hormigón

2.3 – Selección de los procesos de reparación

Capítulo 3 – Métodos de reparación de fisuras, p. 14

3.1 – Introducción

3.2 – Inyección de resinas epoxi

3.3 – Perfilado y sellado

3.4 – Costura de fisuras

3.5 – Armadura adicional

3.6 – Perforación y obturación

3.7 – Llenado por gravedad

3.8 – Llenado con mortero

3.9 – Colocación de mortero como mezcla seca (Drypacking)

3.10 – Detección de fisuras

3.11 – Impregnación con polímero

3.12 – Sobrecapas y tratamientos superficiales

3.13 – Autocurado

Capítulo 4 – Resumen, p. 21

Agradecimiento, p. 21

Capítulo 5 – Referencias, p. 21

5.1 – Referencias recomendadas

5.2 – Referencias citadas

ANEXO 5

NORMA ACI 318.SR-05. REQUISITOS Y REGLAMENTOS PARA EL CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS.

ACI 318S-05
ACI 318SR-05

**Requisitos de Reglamento para
Concreto Estructural (ACI 318S-05)
y Comentario (ACI 318SR-05)**
(Versión en español y en sistema métrico)
Es un Estándar del ACI

Producido por el Comité ACI 318

american concrete institute
P.O. BOX 9094
FARMINGTON HILLS, MICHIGAN 48333-9094
USA

ANEXO 6

**ESTRUCTURA DE ACERO PARA EDIFICACIONES. PROYECTO,
FABRICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN. COVENIN-MINDUR 1618:82**

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

| | |
|------------------|---|
| Título | Propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento de la planta física del centro de educación inicial especial n°100, ubicado en el Barrio Virgen del Valle, parroquia Vista Hermosa, Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar |
| Subtítulo | |

Autor(es)

| Apellidos y Nombres | Código CVLAC / e-mail | |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Fratangeli C., Liseth V. | CVLAC | 18.012.235 |
| | e-mail | Liseth196@hotmail.com |
| | e-mail | |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |
| | CVLAC | |
| | e-mail | |
| | e-mail | |

Palabras o frases claves:

| |
|--|
| Rehabilitación de estructura de concreto armado |
| Lesiones en estructuras de concreto |
| Mejoras y mantenimiento de planta física |
| Estructura de concreto armado |
| Centro de educación inicial especial n°100 |
| |

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

| Área | Subárea |
|----------------------------------|------------------|
| Departamento de Ingeniería Civil | Ingeniería Civil |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Resumen (abstract):

La presente investigación basó su objetivo general en "Formular una propuesta de rehabilitación, mejoras y mantenimiento de la planta física del centro de educación inicial especial N°100, ubicado en el barrio Virgen del Valle. Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar". En rasgos generales se estudiaron las causas que han influido en el desarrollo de las patologías que presentan los miembros estructurales y no estructurales del centro educativo. La investigación desarrollada es de tipo descriptiva ya que permite analizar una serie de observaciones y el estado actual de la estructura registrando sus datos. Con un diseño de campo y documental puesto que se utilizaron datos de instituciones y documentación teórica y bibliográfica, y de campo ya que, fue necesario la recolección de datos y entrevistas no estructuradas en el área de interés. La población y muestra está enmarcada dentro de los objetivos, en los cuales se tomó, todos los elementos estructurales y no estructurales del centro educativo. Los resultados de la investigación, dando respuesta a los objetivos planteados permitieron establecer que existe una serie de causas que provocaron el deterioro de los diferentes miembros de la estructura, y esto, se ha dado por las fallas y errores cometidos al momento de la construcción, de lo antes mencionado se formula una propuesta que plantea la reparación de un módulo de la planta física junto a la demolición y reconstrucción de los otros dos módulos del centro educativo.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

| Apellidos y Nombres | ROL / Código CVLAC / e-mail |
|-------------------------|---|
| Grieco, Giovanni | ROL C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC 8.868.256 |
| | e-mail griecogiov@yahoo.com |
| | e-mail |
| Castro, Mario | ROL C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
| | CVLAC 3.018.952 |
| | e-mail Mariocast2@hotmail.com |
| | e-mail |
| Guevara, Orlando | ROL C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/> |
| | CVLAC 4.983.662 |
| | e-mail Oguesa1958@hotmail.com |
| | e-mail |
| | ROL C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/> |
| | CVLAC |
| | e-mail |
| | e-mail |

Fecha de discusión y aprobación:

| | | |
|-------------|-----------|-----------|
| Año | Mes | Día |
| 2010 | 06 | 09 |

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

| Nombre de archivo | Tipo MIME |
|--|-----------|
| Tesis.Rehabilitación.C.E.I.E.N°100.doc | msword |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial : _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Civil _____

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado universitario _____

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería Civil _____

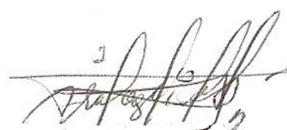
Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad De Oriente, Núcleo de Bolívar. _____

Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado

**“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,
quien lo participara al Consejo Universitario”**



Liseth Fratangelo

AUTOR



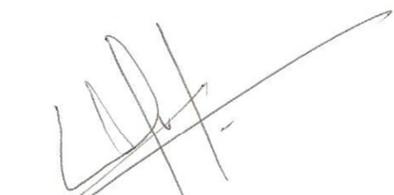
Giovanni Omiero
CI 8868256

TUTOR



MARIO CASTRO
CI: 3018.952

JURADO 1



ORLANDO GUEVARA
4.983.662

JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:

