

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS
ESTACIONES DE TRAMPAS DE HERRAMIENTAS Y
ERP PARA EL SUMINISTRO DE GAS A LA PLANTA
ELÉCTRICA CADAFE UBICADA EN ANACO,
ESTADO ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

Figuera Yaguare, Alcides Jesús

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como

Requisito para optar al Título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, 27 de junio de 2019

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS
ESTACIONES DE TRAMPAS DE HERRAMIENTAS Y
ERP PARA EL SUMINISTRO DE GAS A LA PLANTA
ELÉCTRICA CADAFE UBICADA EN ANACO,
ESTADO ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

Figuera Yaguare, Alcides Jesús

Asesores:

Prof. Daniel Cabrera

Tutor Académico

Ing. Yran Bello

Tutor Externo

Cantaura, 27 de junio de 2019

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS
ESTACIONES DE TRAMPAS DE HERRAMIENTAS Y
ERP PARA EL SUMINISTRO DE GAS A LA PLANTA
ELÉCTRICA CADAFE UBICADA EN ANACO,
ESTADO ANZOÁTEGUI**

CALIFICACIÓN

APROBADO

Ing. Daniel Cabrera

Asesor Académico

Prof. Carlos Cermeño

Jurado Principal

Prof. Jhonatan Martínez

Jurado Principal

Cantaura, 27 de junio de 2019

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado:

“Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.



DEDICATORIA

A mis padres, Alcides Figuera y Mirkalys Yaguare Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis hermanos, Antonio y Jesús por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mis profesores, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de esta tesis

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres, Alcides y Mirkalys por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos, por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar y por ser un gran apoyo a lo largo de mi carrera.

A mi amigo, Simons Magallanes por haber sido un excelente compañero y amigo, por todo el apoyo y la motivación en momentos difíciles.

A la Universidad de Oriente, por abrirme las puertas al conocimiento y dejar en mi memoria maravillosos recuerdos de compañeros y profesores que con sus enseñanzas contribuyeron a mi formación.

A la empresa PDVSA, por aceptarme como pasante para desarrollar mi trabajo de grado y por todo el apoyo y colaboración.

A mis profesores, Especialmente al Ing. Jhonatan Martínez y mi tutor Académico Ing. Daniel Cabrera por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS ESTACIONES DE
TRAMPAS DE HERRAMIENTAS Y ERP PARA EL SUMINISTRO DE
GAS A LA PLANTA ELÉCTRICA CADAFE UBICADA
EN ANACO, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Autor: Alcides Figuera
Tutor académico: Prof. Daniel Cabrera
Año: 2019

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad la evaluación del sistema estructural de las estaciones de trampas de herramientas y Estación de Regulación Primaria para el suministro de gas a la planta eléctrica CADAFE ubicada en Anaco, estado Anzoátegui. El análisis y verificación se han realizado mediante el uso del programa SAP 2000 así como cálculos manuales de acuerdo a los requerimientos que establece la Norma ASCE (7-2002) y cumpliendo con los requisitos señalados por el Instituto Americano de Concreto (ACI) 318-14. Para evitar fallas estructurales que pueda presentar la misma a lo largo de su vida útil. Fue aplicada una estructura metodológica conjunta con un tipo de investigación proyecto factible, cuyo diseño fue de campo; utilizando para ello diversas técnicas de recolección de datos entre las que se pueden citar la revisión bibliográfica, entrevistas no estructuradas y observación directa. Con el propósito de obtener los datos necesarios fue necesario diagnosticar la situación actual para realizar la elaboración de la planialtimetría, el análisis estático de toda la instalación, esbozando los planos de detalle y el informe de ingeniería formal para lograr el alcance, verificando la resistencia de la estructura

Descriptores: Soportes, Tuberías, Estructura existentes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	15
EL PROBLEMA.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. Objetivos de la Investigación	17
1.2.1. Objetivo General.....	17
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	18
1.4. Delimitación de la investigación	18
1.4.1. Delimitación espacial.....	18
1.4.2. Delimitación temporal.....	18
1.4.3. Alcance del proyecto	18
1.5. Generalidades de la empresa	19
1.5.1. Descripción de la empresa	20
1.5.2. Ubicación geográfica de la empresa	20
1.5.3 Gerencia de infraestructura de Gas para el Sector Eléctrico (GIGSE).....	21
1.5.4. Misión de GIGSE.....	21
1.5.5. Visión de GIGSE	22
1.5.6. Organización de la Gerencia de infraestructura de Gas para el Sector Eléctrico (GIGSE).....	22
CAPÍTULO II	23

MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación.....	23
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Soportes	25
2.2.2. Tipo de soportes.....	25
2.2.2.1. Soportes rígidos.....	25
2.2.2.2. Soportes Flexibles	27
2.2.3. Prueba hidrostática.....	27
2.2.4. Operación normal	27
2.2.5. Método de Análisis Estructural	27
2.2.6. Estructuras	28
2.2.7. Acciones.....	28
2.2.7.1 Clasificación de Acciones	28
2.2.8. Cargas de diseño	30
2.2.9. Combinaciones de Cargas	31
2.2.10. Resistencia requerida.....	32
2.2.11. Sistema resistente a sismos	32
2.2.11.1. Método de Análisis Sísmicos	33
2.2.11.2. Zonificación sísmica.....	33
2.2.12. Diseño de análisis eólico	35
2.2.12.1. Clasificación de las construcciones según el uso y las características de respuesta ante la acción del viento.	36
2.2.12.2 Clasificación según las características de respuestas .	37
2.2.13. Fundación.....	38
2.2.13.1. Fundaciones aisladas	38
CAPÍTULO III	47
MARCO METODOLÓGICO	47
3.1. Tipo de investigación	47
3.2. Nivel de investigación	48

3.3. Técnicas de investigación	48
CAPÍTULO IV.....	50
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	50
4.1. Realizar un levantamiento planialtimétrico y el estado de las condiciones actuales de las estructuras en estudio.	50
4.2. Encontrar las solicitaciones en el sistema estructural por acción estática y dinámica.....	52
4.2.1. Análisis de cargas existente del soporte	52
4.2.1.1. Carga de Montaje o Vacío (E.V)	52
4.2.1.2. Carga Sísmica	53
4.2.1.3. Carga de Viento.....	53
4.2.1.4. Análisis de Fundación Rectangular.....	55
4.2.2. Análisis de cargas modificadas del soporte.....	58
4.2.2.1. Carga de Montaje o Vacío (E.V)	58
4.2.2.2. Carga Sísmica	60
4.2.2.3. Carga de Viento.....	60
4.2.2.4. Análisis de Fundación Rectangular.....	62
4.3. Presentar la resistencia de las estructuras con el programa SAP 2000, Versión 19	66
4.3.1. Configuración de modelo de la estructura existente.....	66
4.3.1.1. Creación del modelo del sistema	68
4.3.1.2. Introducción de carga y Combinaciones de carga	69
4.3.1.3. Asignación de carga distribuida y carga uniforme en la estructura	70
4.3.1.4. Corrida del programa SAP 2000	71
4.3.2. Configuración de modelo con cargas modificadas	72
4.3.2.1. Creación del modelo del sistema.	72
4.3.2.2. Introducción de carga y Combinaciones de carga	72

4.4 Preparar tablas comparativas de las solicitudes de chequeo en el Sistema Estructural de la Estación de Regulación Primaria.	73
CAPÍTULO V.....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1. Conclusiones	75
5.2. Recomendaciones	76
BIBLIOGRAFÍA.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de A_0 según zona sísmica	34
Tabla 2. Valor de Factor de Reducción de Respuesta (R) según tipo de estructura.....	35
Tabla 3. Longitudes de desarrollo según diámetros	46
Tabla 4. Cargas de la tubería.....	52
Tabla 5. Montaje o Vacío.	54
Tabla 6. Operación Normal.....	55
Tabla 7. Prueba Hidrostática.....	55
Tabla 8. Cargas de la Tubería	59
Tabla 9. Montaje o Vacío.	61
Tabla 10. Operación normal.....	61
Tabla 11. Prueba Hidrostática.....	61
Tabla 12. Casos de cargas actuales y modificadas	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de PDVSA Gas Anaco.....	21
Figura 2. Estructura organizativa de GIGSE	22
Figura 3. Anclaje Direccional.	26
Figura 4. Anclaje Direccional.	26
Figura 5. Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería.....	34
Figura 6. Zapata aislada.	39
Figura 7. Carga excéntrica.....	41
Figura 8 Plano de corte de una zapata aislada.....	42
Figura 9. Área de punzonado.....	43
Figura 10. Área de flexión.....	44
Figura 11. Dimensiones del soporte.	51
Figura 12. Dimensiones de las tuberías.....	51
Figura 13. Verificación por volcamiento.	65
Figura 14. Configuración del modelo.	67
Figura 15. Configuración del modelo.	68
Figura 16. Creación del modelo del Sistema	69
Figura 17. Configuración del modelo.	70
Figura 18. Asignación de carga distribuida y uniforme en la estructura.....	71

INTRODUCCIÓN

El buen desempeño de plantas industriales y de abastecimiento de servicios básicos es de vital importancia, pues establece niveles de seguridad que permiten evitar situaciones de emergencia y/o riesgos adicionales al momento de un evento no deseado. Considerando que la estación de regulación primaria es la encargada de suministrar gas a la planta de CADAFE, la falla de esta estructura podría provocar daños irreparables y e incluso pérdida de vidas humanas dependiendo de la magnitud del problema. Además constituye una pieza clave en la producción ya que frente a una falla en este tipo de estructuras, requiere una alta inversión en la reparación de la misma.

Esta investigación requiere contar con estudios que permitan respaldar el análisis de la misma de tal manera que se cumplan condiciones mínimas de seguridad y desempeño. Por este motivo el trabajo de grado evaluara la estructura existente para verificar su capacidad de soporte aplicando las normativas indicadas en la ASCE (7-2002) y cumpliendo con los requisitos señalados por e/ Instituto Americano de Concreto (ACI) 318-14.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Venezuela para el año 2013, 70% de la energía eléctrica se originaba a través de la central hidroeléctrica Simón Bolívar, también conocida como la represa del Guri, ubicada en el estado Bolívar, hecho que impactó positivamente a la conservación de los recursos naturales, pero que hizo a los venezolanos dependientes de la energía hidroeléctrica.

Por este motivo la división Oriente, de Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA), se comprometió a cambiar esta realidad a través del levantamiento de 2.199 kilómetros de gasoductos adicionales en el país, estructuras con las que PDVSA, buscaba llevar gas a las plantas termoeléctricas operativas con diesel, para diversificar de manera limpia las fuentes de energía primaria, según el Ministerio del Poder Popular para la Energía y Petróleo (MPPEP), Venezuela acumula 151 trillones de pies cúbicos (TCF) de reservas probadas de gas natural.

En el año 2016, PDVSA Gas Anaco, decidió realizar una modificación en el sistema de tuberías y válvulas de la Estación de Regulación Primaria (ERP), debido a una solicitud de aumento de suministro de gas hecha por la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE), para cumplir con sus estándares de suministro de energía eléctrica.

Actualmente, ante la modificación del sistema de tuberías y válvulas, se presenta la necesidad de evaluar el sistema estructural existente, comprendido por una red de tuberías que reposan en 10 soportes de concreto, los cuales podrían no ser adecuados, al no cumplir con los requerimientos de seguridad y confiabilidad para las nuevas solicitudes de

gas que requiere CADAFE, siendo esta última una filial de la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC), encargada de transformar el gas recibido en energía eléctrica para satisfacer las demandas del sector público y privado.

En relación con lo indicado anteriormente, la investigación se basará en evaluar dicho sistema y determinar si se encuentra en la capacidad de resistir las cargas generadas por las tuberías, válvulas y equipos que allí operarán, con la finalidad de verificar y recomendar nuevas correcciones, para así evitar posibles accidentes que una falla en este tipo de estructura podría ocasionar.

El desarrollo de dicho análisis se efectuará haciendo uso del “software” SAP 2000, como herramienta para modelar el funcionamiento del sistema estructural actual, donde se procederá a suministrar datos obtenidos directamente de la infraestructura en estudio. El proyecto abarca el estudio únicamente del funcionamiento del sistema estructural de la ERP, específicamente los soportes de concreto 04, 05, 06 y 07, tal y como se aprecia en la Figura 1, los cuales permiten la distribución de gas a la planta eléctrica CADAFE.

La presente investigación es catalogada como original, puesto que es la primera vez que se realizará un proyecto de análisis estructural de los soportes de tuberías de la estación de trampas de herramientas y ERP, pudiéndose utilizar el mismo para acciones de mejoras en las áreas estudiadas, todo esto con el fin de poder determinar las causas probables que imposibiliten el cumplimiento con las exigencias para las cuales fueron diseñados.

La importancia de este estudio radica en la posibilidad de prevenir pérdidas tanto humanas como materiales en una instalación de uso industrial de gran significación para la empresa, del mismo modo, con este estudio se pueden disminuir las probabilidades de accidentes y así generar soluciones,

de manera que ante un evento sísmico o imprevisto de cualquier naturaleza se conozcan las alternativas y medidas a tomar.

Además, podrá ser utilizado en la sede de manera práctica y literaria al servir como referencia y base de consulta, tanto a profesionales como a estudiantes para futuras investigaciones semejantes en el área de Análisis Estructural, dando origen a nuevos proyectos que generarán nuevas ideas para realizar las mejoras pertinentes dentro y fuera del campo de esta investigación.

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el Sistema Estructural de las Estaciones de Trampas de Herramientas Y ERP para el Suministro de Gas a la Planta Eléctrica CADAFE Ubicada En Anaco, Estado Anzoátegui

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento planialtimétrico y el estado de las condiciones actuales de las estructuras en estudio.
- Encontrar las sollicitaciones en el sistema estructural por acción estática y dinámica.
- Presentar la resistencia de las estructuras con el programa SAP 2000, Versión 19.
- Preparar tablas comparativas de las sollicitaciones de chequeo del Sistema Estructural de la Estación de Regulación Primaria.

1.3. Justificación e importancia de la investigación

Todas las estructuras acumulan daño gradualmente durante su vida útil. Un aspecto importante desde el punto de vista de la funcionalidad y seguridad de las estructuras es su verificación y detección de daño. Esto es muy conveniente, debido a que se incrementan tanto la seguridad como la confiabilidad de sus componentes, al tiempo que se obtiene la capacidad necesaria para prolongar su vida útil y mejorar los intervalos de servicio. Está investigación pretende evaluar eventuales aspectos críticos provenientes de las modificaciones en las solicitudes para las cuales fue diseñada la estructura que ameriten intervención, con el fin de aportar la información necesaria que ayude a minimizar el riesgo de situaciones que pueden ser potencialmente peligrosas, tomando en cuenta la importancia de la misma, su peligro ante un fenómeno sísmico y su adaptabilidad a norma vigente.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

La elaboración de la evaluación del sistema estructural existente se realizó en la empresa Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA).Gas Anaco., en la Estación Principal de Anaco, ubicada en la vía Santa Ana, Anaco estado Anzoátegui.

1.4.2. Delimitación temporal

La investigación tendrá una duración de ocho (8) meses continuos de pasantía presencial, con horario de ocho (8) horas por día, para la recolección y manejo de información, cubriendo el tiempo de redacción del mismo.

1.4.3. Alcance del proyecto

El alcance comprende el análisis y verificación de la estructura con sus mismas dimensiones aplicando métodos de análisis de cálculos como el

análisis estático y normas como la Covenin 1756-98 (Rev. 2001). Estos cálculos se compararían con las características a modificar de la estructura, es decir, las nuevas solicitaciones debido los cambios que se requieren implementar. De esta comparación se obtendrán las conclusiones y se darían algunas recomendaciones que sean necesarias para efectuar la adecuación de la estructura.

1.5. Generalidades de la empresa

Visión: Ser reconocido como líder de creación de valor en el negocio de exploración, producción, transporte, procesamiento, distribución y comercialización del gas natural y sus derivados, a través del aprovechamiento óptimo de sus yacimientos, la eficiencia e introducción oportuna de nuevas tecnologías; con gente de primera preparada y motivada, preservando su integridad y la de los activos, en total armonía con el medio ambiente y el entorno.

Misión: Maximizar la explotación de reservas de gas eficiente y rentablemente, en armonía con el medio ambiente y promoviendo el crecimiento socioeconómico del país.

Valores: Se dirigen los negocios con la perspectiva de cumplir la visión y misión fundamentadas en los siguientes valores corporativos:

- Nos conducimos con integridad.
- Modelamos respeto por la gente.
- Procedemos con equidad.
- Actuamos con responsabilidad social.
- Estamos comprometidos con la seguridad.
- Mantenemos los más altos niveles de competitividad y excelencia.

Cultura: La importancia que la empresa da a la cultura, radica en la interacción existente entre la Organización y el Individuo; donde la organización establece las conductas que se esperan de los individuos, y

éstos responden de acuerdo a sus creencias y valores, dando como resultado una Cultura Organizacional, que define día a día nuestra manera de ser, basada en Valores y Principios.

1.5.1. Descripción de la empresa

PDVSA Gas se concibe como la filial de Petróleos de Venezuela, S. A. que se dedica a la exploración y explotación de gas no asociado, así como a la extracción y fraccionamiento de Líquidos del Gas Natural (LGN), al transporte, distribución y comercialización del Metano, dada su importancia esta industria está presente en casi todo el país. A su vez con la resolución de la Junta Directiva de Petróleos de Venezuela S. A., se acordó la integración a PDVSA Gas del Distrito de producción Anaco y de los procesos de Extracción y Fraccionamiento LGN Oriente y la integración de los procesos de Producción de Gas Libre (Bloque E Sur del Lago) y de Extracción y Fraccionamiento y LGN de Occidente y de las operaciones de transporte y distribución de gas de Occidente.

De esta manera, PDVSA Gas como empresa integral en todos sus procesos; se expande y participa en función del Desarrollo Endógeno y de las Líneas Generales del Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación 2001 – 2007, con la finalidad de que en el tema del suministro interno, PDVSA Gas intensifique la presencia en el territorio nacional profundizando de manera los planes de Negocio de la Corporación y específicamente los nuevos desarrollos de GAS, a nivel nacional.

1.5.2. Ubicación geográfica de la empresa

La empresa PDVSA Gas Anaco se encuentra ubicada en el estado Anzoátegui en el municipio Anaco en el área central del Estado Anzoátegui y abarcando parte de los estados Guárico y Monagas. Tiene una extensión aproximada de 13.400 km² en donde tiene reservas probadas de gas asociado y no asociado.

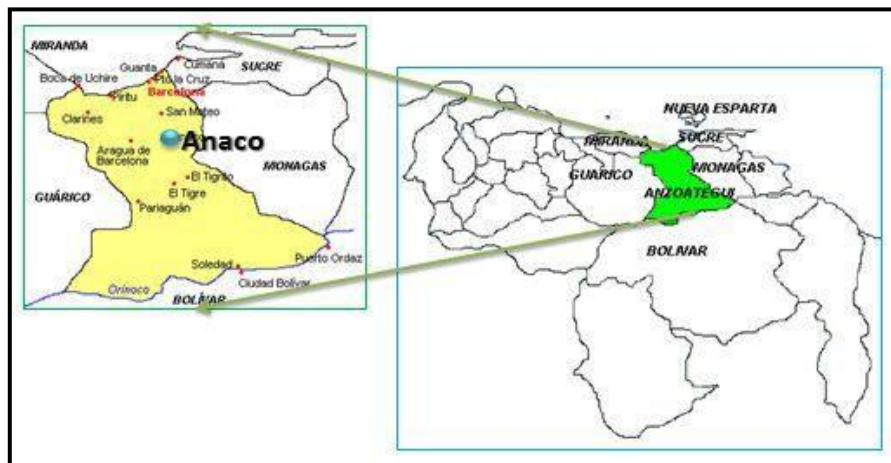


Figura 1. Ubicación Geográfica de PDVSA Gas Anaco. **Fuente:** Google imágenes (2019)

El Distrito Gas Anaco se divide en dos grandes áreas alrededor de la ciudad de Anaco en el estado Anzoátegui. El Área Mayor Anaco (AMA) que contiene los campos de producción de Santa Ana, El Toco, San Roble, San Joaquín, Guarío y Santa Rosa. Y el Área Mayor Oficina (AMO) que contiene los campos Soto / Mapiri, La Ceibita, Mata R, Zapatos, Aguasay y Carisito.

1.5.3 Gerencia de infraestructura de Gas para el Sector Eléctrico (GIGSE).

Constituida en el año 2010, y tiene como misión transportar las moléculas de gas a las plantas termoeléctricas que operan con combustibles líquidos. Para reemplazar el diesel usado para generar electricidad.

1.5.4. Misión de GIGSE.

Proveer la infraestructura necesaria para la ampliación de los sistemas de transporte y distribución de gas metano, para el suministro del recurso gasífero requerido por las nuevas plantas termoeléctricas del país y realizar el cambio de patrón de consumo (líquido – gas) en las existentes, satisfaciendo la demanda del Sector Eléctrico Nacional; mediante la aplicación de las mejores prácticas, innovación y estándares de ingeniería, seguridad y preservación del ambiente con conciencia social, obteniendo la mejor relación costo – beneficio para la empresa y sus trabajadores.

1.5.5. Visión de GIGSE

Ser la gerencia líder en el desarrollo de infraestructura de transporte y distribución de gas metano, reconocida por sus competencias en el manejo de recursos técnicos y financieros, así como por su equipo de profesionales creativos y motivados al logro, integrados al negocio, para agregar el máximo valor a la corporación.

1.5.6. Organización de la Gerencia de infraestructura de Gas para el Sector Eléctrico (GIGSE).

En la Figura 2 se muestra la estructura organizativa de la filial PDVSA GIGSE, donde se expresa con claridad la distribución de los cargos que la conforman.

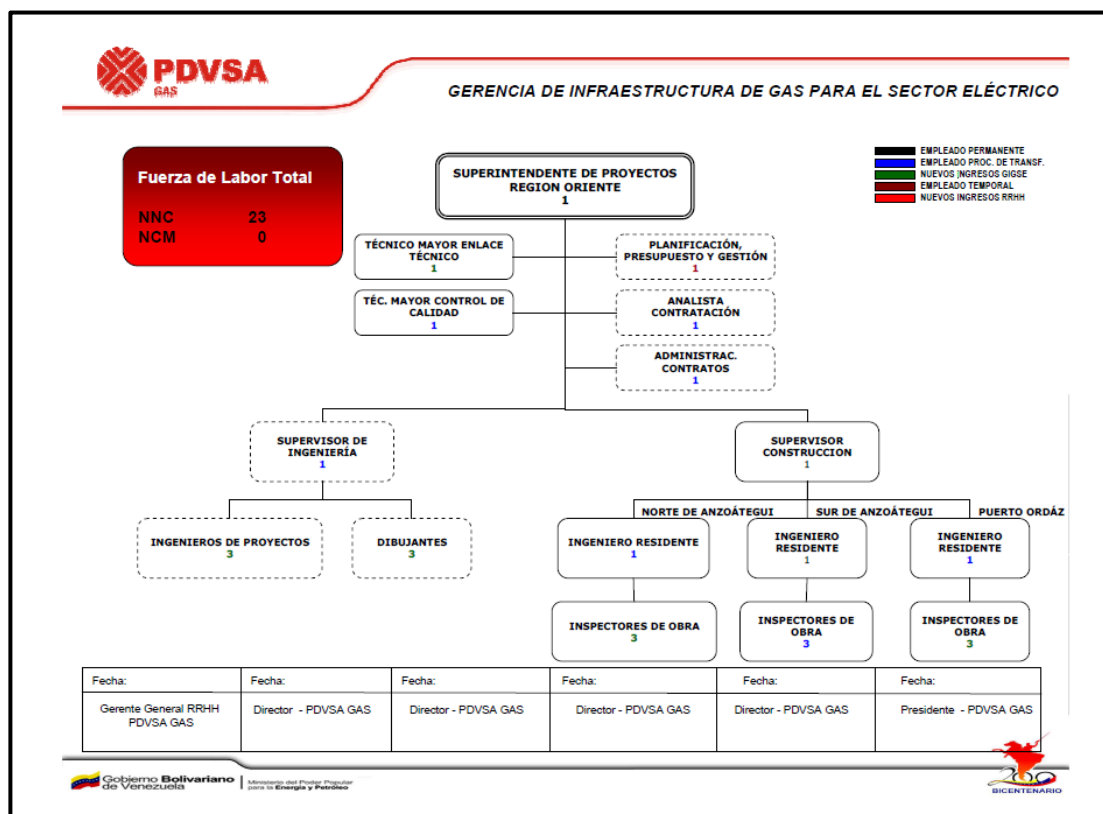


Figura 2. Estructura organizativa de GIGSE. Fuente: PDVSA

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El capítulo a desarrollar resalta la revisión de trabajos de investigación similares que sirvieron de referencia para la estructuración de la investigación; también se presenta el basamento teórico y las definiciones de términos básicos, conllevando todo ello a la comprensión del tema en estudio y facilitando al investigador a la generación de estrategias para solventar el problema planteado.

2.1. Antecedentes de la investigación

Morocho (2016) realizó el **“Análisis y diseño estructural de un edificio de viviendas de concreto armado, ubicado en el distrito Miraflores, provincia de Lima”**. Se desarrolló un modelo pseudotrídimensional utilizando el programa SAP2000 para realizar el análisis por cargas de sismo. El análisis y diseño se han realizado de acuerdo a los requerimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), cumpliendo con los requisitos Sismorresistentes señalados en la norma E.030, verificando la resistencia de los elementos de concreto armado, así como con la verificación de elementos no estructurales como tabiques de albañilería.

De igual Forma, Pereira (2010), realizó la **“Evaluación de la capacidad estructural de un tanque elevado de agua industrial y potable de la Siderúrgica del Orinoco (SIDOR) ubicado en el estado Bolívar”**. Dicho trabajo de grado, se centró en evaluar la estructura existente para verificar su capacidad de soporte. Para realizar tal evaluación, se modeló tridimensionalmente la estructura mediante el programa por computadora

SAP 2000, y de tal manera conocer el grado de seguridad en que se encontraba la estructura.

De acuerdo a, Torres (2009), realizó el **“Análisis estructural de la Torre de la Basílica de la Merced en Lima”**. Para el estudio del comportamiento a las solicitaciones sísmicas del monumento se hicieron modelos tridimensionales, utilizando técnicas modernas de análisis estructural, para evaluar su capacidad sísmica a través de todos los años y poder predecir su comportamiento frente a posibles incidentes inesperados.

Por último, Gil (2005) elaboró la tesis de grado, **“Evaluación del comportamiento de la estructura de acero – concreto existente en la unidad de coquificación retardada sometida a nuevas cargas ubicada en un Complejo de Mejoramiento de Crudo, ubicado en Barcelona, Estado Anzoátegui”**. Este trabajo se basó en la evaluación del comportamiento de la estructura existente en la unidad de coquificación, sometidas a nuevas solicitaciones de cargas ubicada en el complejo de mejoramiento de crudo PETROZUATA, se aplicaron una serie de pasos, el cual consistió en la recolección de bases de datos, actualización de cargas, adecuación de elementos estructurales y comparación de estudios sísmicos, y se pudo concluir que a pesar del cambio en el comportamiento estructural de algunos elementos se garantizó la estabilidad de la estructura.

Los proyectos antes expuestos tienen similitudes y están estrechamente vinculados con el tema en estudio, ya que contemplan el reforzamiento y mejoras de estructuras existentes realizando análisis de condiciones de edificios industriales. Se enfocan en aplicar medidas para reforzar y prevenir accidentes. Todos enmarcados con el tema que presenta esta propuesta por lo que pueden ser utilizados como referencia, y de esta manera servir como guía para futuras investigaciones en la referida área de estudio en la Universidad de Oriente (UDO).

2.2. Bases teóricas

Para profundizar en el tema y tener mayor conocimiento o aclarar las dudas que puedan surgir en cuanto a términos desconocidos, se presentaran algunas definiciones que el investigador resaltó como importantes. Introduciendo a continuación en el basamento teórico.

2.2.1. Soportes

Según Zinn (2007), “Son elementos cuya función es soportar las cargas generadas en el sistema, así como restringir o limitar el movimiento de la tubería frente a la acción de cargas externas.”(pág 25)

2.2.2. Tipo de soportes

(Ibídem) Los soportes se pueden clasificar según el grado de restricción que producen. A continuación se presentan algunos de los soportes más utilizados en un arreglo de tuberías:

2.2.2.1. Soportes rígidos

Los soportes rígidos son aquellos soportes que no permiten el desplazamiento de la tubería en la dirección de trabajo, pudiendo ofrecer restricción de movimiento en una o más direcciones. Los soportes rígidos se utilizan en aquellos casos donde es necesario resistir las cargas por peso y cargas ocasionales o evitar la expansión térmica hacia algún lado no deseado.

Según el número de ejes que restrinjan los soportes se pueden clasificar en:

- **Anclajes o Anclas:** Restringe todos los grados de libertad en ese punto.

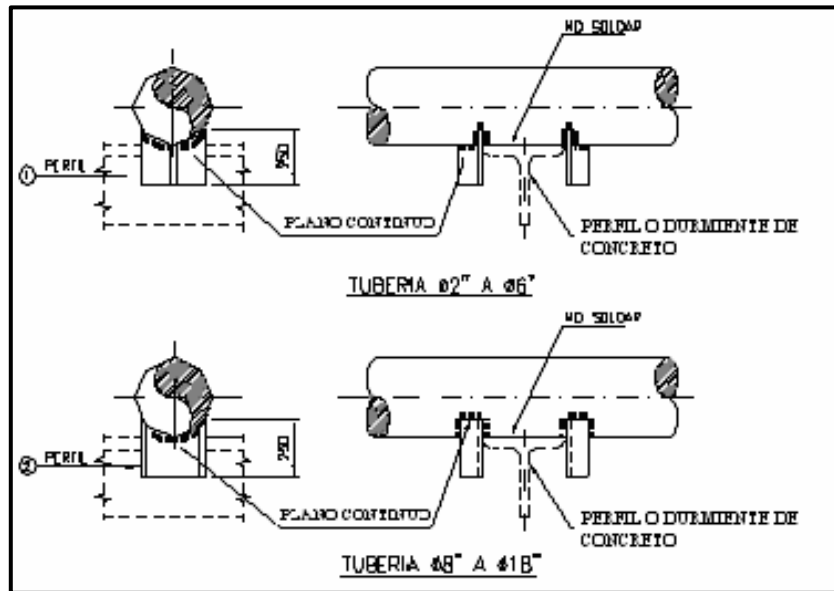


Figura 3. Anclaje Direccional. Fuente: Zinn, A (2007)

- **Guías o soportes deslizables:** Son aquellas que permiten solo movimientos longitudinales y rotacionales, utilizándose para impedir movimientos laterales en las tuberías.

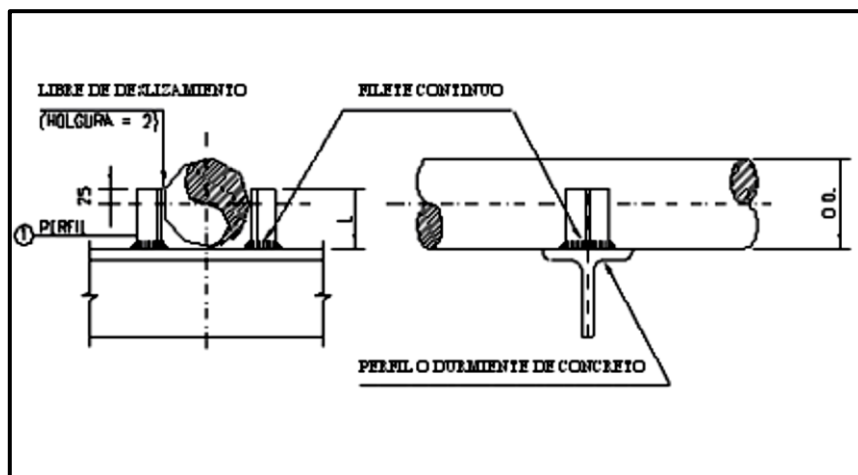


Figura 4. Anclaje Direccional. Fuente: Zinn, A (2007)

- **Límite o Stop:** Es un elemento que limita el movimiento de traslación a una cantidad limitada en una dirección a lo largo de un solo eje, impidiendo los movimientos longitudinales, pero permitiendo los movimientos transversales y rotacionales de la tubería.

2.2.2.2. Soportes Flexibles

Este tipo de soportes permite desplazamientos de la tubería por efecto de la expansión térmica, sin producir altos esfuerzos sobre la tubería.

2.2.3. Prueba hidrostática

Todas las líneas se analizan bajo condiciones de prueba hidrostática a una temperatura ambiental, ya una presión de prueba mínima de 1,5 veces la presión de diseño donde el fluido de trabajo es agua.

2.2.4. Operación normal

En este caso la línea presenta el fluido de trabajo a condiciones de operación para realizar el análisis de expansión y sustentación correspondiente a los valores de cada sistema.

2.2.5. Método de Análisis Estructural

Éste se basa en el estudio y cálculo de modelos matemáticos que se asimilan a la estructura real.

García (1990), define:

El método de análisis estructural: las cargas mayoradas de servicio multiplicadas por los apropiados por los factores de carga. En el método de diseño a las rotura, se emplea el análisis estructural elástico para obtener los momentos flectores, las fuerzas de corte, las reacciones, etc. Los momentos flectores y las fuerzas de corte aproximados dan, en general, valores razonablemente conservadores para las condiciones que se especifican, cuando los miembros que trabajan a flexión son partes de un pórtico u otra construcción continua. (pág. 37)

Este método permite encontrar los esfuerzos internos, tensiones y deformaciones que actúan sobre una estructura, utilizando ecuaciones de resistencia de materiales en edificaciones. Igualmente en el análisis dinámico estudiaría el comportamiento de aquellas cargas aplicadas súbitamente y

causando impacto sobre la estructuras generando posibles vibraciones que pueden ser perniciosas.

2.2.6. Estructuras

Según Hsieh (1973), las estructuras son “todas aquellas que se componen de uno o más elementos resistentes dispuestos de tal manera, que tanto su estructura total como sus componentes sean capaces de mantenerse sin cambios apreciables en su geometría durante la carga y la descarga”. (pág. 01)

Cumpliendo de esta manera con la finalidad de resistir y transmitir las cargas a los apoyos, es decir, destinada a soportar su propio peso y la presencia de acciones exteriores, manteniéndose sin sufrir ningún tipo de deformaciones, sin perder las condiciones para las que ésta fue construida, garantizando así funcionalidad y seguridad.

2.2.7. Acciones

Según la norma Covenin-Mindur (2002-88), las Acciones “son fenómenos que producen cambios en el estado de tensiones y deformaciones en los elementos de una edificación”. (pág. 03)

2.2.7.1 Clasificación de Acciones

(Ibídem.) Las acciones clasifican de la siguiente forma:

“Acciones Accidentales: Son acciones que en la vida útil de la edificación tienen una pequeña probabilidad de ocurrencia solo durante lapsos breves de tiempo, como las acciones debidas al sismo, al viento, etc.

Acciones Extraordinarias: Son las acciones que normalmente no se consideran entre las que actúan en la vida útil de una edificación y que, sin embargo, pueden presentarse en casos excepcionales y causar catástrofes, como las acciones debidas a explosiones, incendios, etc.

Acciones Permanentes: Son las que actúan continuamente sobre la edificación y cuya magnitud puede considerarse invariable en el tiempo, como las cargas debidas al peso propio de los componentes estructurales y no estructurales: pavimentos, rellenos, paredes, tabiques, frisos, instalaciones fijas, etc. Igualmente, los empujes estáticos de líquidos y tierras que tengan un carácter permanente, las deformaciones y los desplazamientos impuestos por el efecto de pretensión, los debidos a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos, las acciones reológicas de temperaturas permanentes, etc.

Acciones Reológicas: Son las debidas a las deformaciones que experimentan los materiales en el transcurso del tiempo por efectos de la retracción, la fluencia y otras causas. COVENIN MINDUR 2002-88.

Acciones Térmicas: Son las producidas por las deformaciones que originan los cambios de temperatura.

Acciones Variables: Son aquellas que actúan sobre la edificación con una magnitud variable en el tiempo y que se deben a una ocupación y uso habitual, como las cargas de personas, objetos, vehículos, ascensores, maquinaria, grúas móviles, sus efectos de impacto, así como las acciones variables de temperatura y reológicas, y los empujes de líquidos y tierras que tengan un carácter variable” (pág. 3).

Esta clasificación de acciones deriva de las de servicio o utilización, aplicables tanto en la Teoría Clásica como en la Teoría de los Estados Límites. La cual permite tener claro la correcta utilización de cada una de estas para el proyecto.

2.2.4.2 Combinación de Acciones

De acuerdo (óp. Cit. 2002-88):

“las acciones pueden actuar en diferentes combinaciones, por lo que las fundaciones, la estructura, y todos sus componentes, deberán analizarse o revisarse para la envolvente de las solicitaciones que produzcan los efectos más desfavorables en la edificación, estos pueden ocurrir cuando algunas acciones no están actuando.”(pág. 13)

2.2.5 Método de Análisis Estructural

Este se basa en el estudio y cálculos de modelos matemáticos que se asimilan a la estructura real.

García (1990), define:

El método de análisis estructural: las cargas mayoradas de servicio multiplicadas por los apropiados factores de carga. En el método de diseño a la rotura, se emplea el análisis estructural elástico para obtener los momentos flectores, las fuerzas de corte, las reacciones, etc. Los momentos flectores y las fuerzas de corte aproximados dan, en general, valores razonablemente conservadores para las condiciones que se especifican, cuando los miembros que trabajan a flexión son partes de un pórtico u otra construcción continua. (pág. 37)

Este método nos permite encontrar los esfuerzos internos, tensiones y deformaciones que actúan sobre una estructura, utilizando ecuaciones de resistencia de materiales en edificaciones. Igualmente, el análisis dinámico estudiaría el comportamiento de aquellas cargas aplicadas súbitamente y causando impacto sobre la estructura generando de posibles vibraciones que pueden ser perniciosas.

2.2.8. Cargas de diseño

Morocho (2016) define:

“La característica más importante de cualquier elemento estructural es su resistencia rea a las cargas, la cual debe ser lo suficientemente elevada

para resistir con algún margen de todas las cargas previsibles que puedan actuar sobre la estructura durante toda su vida útil.” (pág.03)

2.2.9. Combinaciones de Cargas

Las combinaciones están establecidas por la norma ASCE (7-2002) con la finalidad que sus miembros, juntas y conexiones tengan la resistencia, la rigidez, la estabilidad y la tenacidad exigida para los estados límites establecidos. Las acciones de carga pueden actuar en diferentes combinaciones como se muestran a continuación:

- **Para el caso de montaje o vacío:**

$$1,20Ev \quad (\text{Ec. 1})$$

$$1,40Ev - 1,40Ff \quad (\text{Ec. 2})$$

$$1,20Ev \pm 1,60W \quad (\text{Ec. 3})$$

$$0,90Ev \pm 1,60W \quad (\text{Ec. 4})$$

$$0,90Ev \pm 1,40S \quad (\text{Ec. 5})$$

- **Para el caso de Operación:**

$$1,40Eo \quad (\text{Ec. 6})$$

$$1,20Eo \pm 1,60W \quad (\text{Ec. 7})$$

$$1,20Eo \pm 1,40S \quad (\text{Ec. 8})$$

$$0,90Eo \pm 1,60W \quad (\text{Ec. 9})$$

$$0,90Eo \pm 1,40S \quad (\text{Ec. 10})$$

- **Para el caso de Prueba:**

$$1,162Ep \quad (\text{Ec. 11})$$

$$1,20Ep \pm 0.8W \quad (\text{Ec. 12})$$

Dónde:

Ev: Carga en montaje o vacío debido al peso propio de la estructura, tuberías, válvulas, bridas, y todas las partes del sistema adheridas a ellos en forma permanente y con carácter invariable en el tiempo.

Eo: Carga de operación es la carga generada cuando la línea presenta el fluido de trabajo a condiciones de operación para realizar el análisis de expansión y sustentación correspondiente a los valores de cada sistema.

Ep: Carga de prueba: es la carga generada cuando la línea se analiza bajo condiciones de prueba hidrostática a una temperatura ambiental y a una presión de diseño mínima donde el fluido de trabajo es agua.

W: Carga de viento: es aquella generada por la acción del viento sobre la estructura.

S: Carga de sismo: son aquellas que se generan por la acción sísmica sobre la estructura.

La demanda sobre la estructura, se definirá por la más desfavorable combinación de las cargas factorizada según se indica a continuación. El signo \pm indica que las cargas pueden actuar independientemente en uno u otro sentido en forma aleatoria. El efecto más desfavorable puede corresponder a una combinación donde no actúe la totalidad de las acciones consideradas.

2.2.10. Resistencia requerida

Es la que se obtiene por las combinaciones de carga amplificadas.

Normalmente se puede escribir de la siguiente manera:

- **Para flexión**

$$\phi M_n \geq M_u$$

- **Para cortante**

$$\phi V_n \geq V_u$$

- **Para axial**

$$\phi P_n \geq P_u$$

2.2.11. Sistema resistente a sismos

El sistema de resistencia sísmica debe garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y

horizontales. Parte del sistema estructural que se suministra a la edificación la resistencia, rigidez y ductibilidad necesaria. (Covenin-Mindur-Funvisis Rev. 2001), establece: "Ductibilidad, capacidad que poseen los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en dominio inelástico, sin pérdida apreciable en su capacidad resistente" (pág. 04)

2.2.11.1. Método de Análisis Sísmicos

(*ibídem.*) Señala que:

"Método de Análisis Estático Equivalente. Tiene como objeto la determinación de fuerzas laterales aplicadas en cada nivel de edificio para, conjuntamente con los momentos torsores del método determinar las solicitaciones de diseño en los diversos elementos resistentes. Estas fuerzas laterales dan origen en general a cortantes por nivel ligeramente mayores que los cortantes máximos probables que se obtendrían de un análisis dinámico del edificio. Existen algunas variantes de este método basados en principios semejantes, los cuales han sido empleados en diferentes códigos extranjeros. La aplicación de este método está limitada a edificios que sean clasificados como regulares y alturas no mayores de 10 pisos o de 30 metros." (pág. 103)

2.2.11.2. Zonificación sísmica

La zonificación sísmica describe un valor máximo asignado de aceleración, asociado a un valor prefijado de probabilidad de excedencia de los movimientos telúricos. Con esto se puede saber los riesgos sísmicos de cada región para establecer el espectro de diseño.

La Norma venezolana COVENIN (1756-01) "Edificaciones Sismorresistentes" establece ocho (8) zonas sísmicas en todo el país, donde muestra en la figura 4 el mapa de Venezuela con distintos colores identificando cada zona.

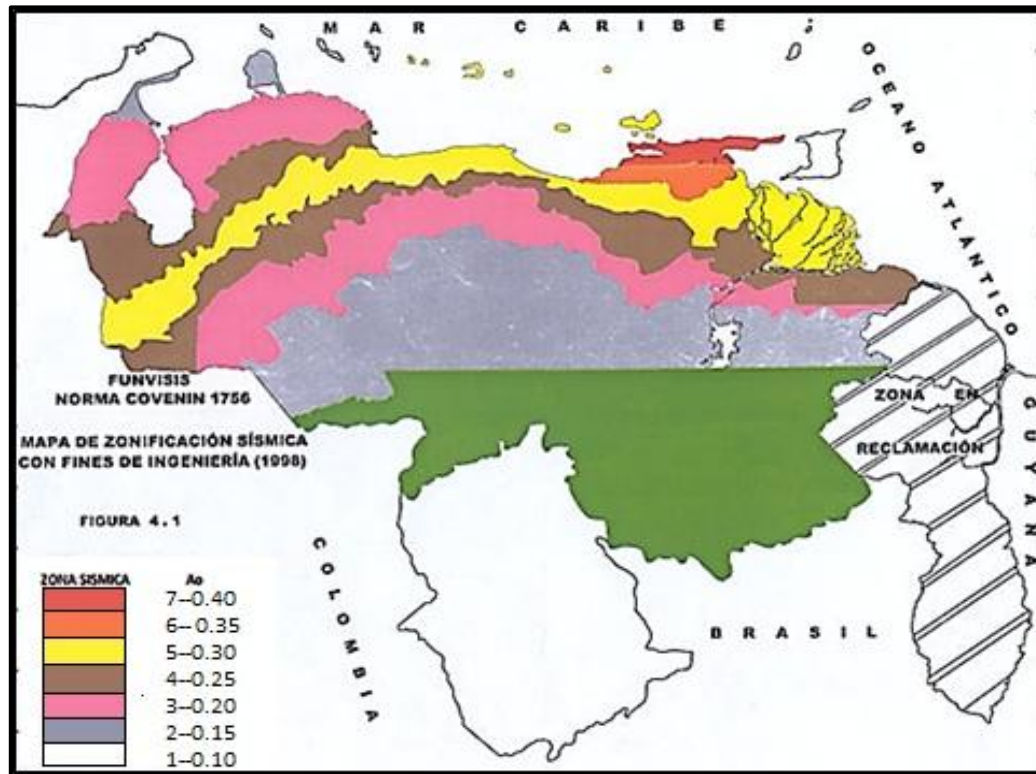


Figura 5. Mapa de Zonificación Sísmica con Fines de Ingeniería. Fuente: COVENIN (1756-98)

- **Movimientos de diseño**

Los parámetros que caracterizan los movimientos de diseño dependen de las condiciones geotécnicas locales, el coeficiente de aceleración horizontal y el coeficiente de aceleración vertical, el cual se tomará como 0,7 veces el valor A_0 .

Tabla 1. Valores de A_0 según zona sísmica

ZONAS SÍSMICAS	PELIGRO SÍSMICO	A_0
7		0.40
6	Elevado	0.35
5		0.30
4	Intermedio	0.25
3		0.20
2		0.15
1	Bajo	0.10
0		--

Fuente: COVENIN (1756-98)

- **Factor de Reducción de Respuesta R**

Este se basa en la premisa de que un sistema estructural bien detallado es capaz de sostener grandes deformaciones sin llegar a colapsar. Los valores máximos de este factor para estructuras de acero y niveles de diseño se dan según como se indica en la Tabla 7. La norma COVENIN 1756 establece que para las edificaciones existentes se puede utilizar el valor de $R = 1$ para aquellas construcciones que no satisfagan los requisitos de incidencia sísmoresistente en el capítulo 12.

Tabla 2. Valor de Factor de Reducción de Respuesta (R) según tipo de estructura

NIVEL DE DISEÑO	ESTRUCTURAS DE ACERO				
	TIPO DE ESTRUCTURAS				
	I	II	III	IIIa	V
ND1	6.0	5.0	4.0	6.0	2.0
ND2	4.5	4.0	-	-	1.5
ND3	2.5	2.25	2.0	-	1.25

Fuente: COVENIN (1756-89)

Coefficiente Sísmico

De acuerdo a la norma COVENIN (1756-98) de Edificaciones Sísmoresistente, establece que el coeficiente sísmico se verificara con la fuerza cortante a nivel de base entre el peso total de la edificación que no debe ser menor que el valor de $(\alpha A_o)/R$.

Dónde:

α =Factor de importancia.

A_o =Coeficiente de la aceleración horizontal para cada zona.

R =Factor de reducción.

V_o =Fuerza cortante a nivel de base.

W =Peso total de la edificación por encima del nivel base.

2.2.12. Diseño de análisis eólico

La norma COVENIN (2003-89). Señala que: Sistema resistente al viento conjunto de miembros estructurales destinados a resistir las acciones del viento que le son transmitidas por otros miembros y por los componentes.

2.2.12.1. Clasificación de las construcciones según el uso y las características de respuesta ante la acción del viento.

Para clasificar la construcción según el uso la norma COVENIN (2003-89) establece cuatro grupos en función del grado de seguridad aconsejable para la misma. Estos grupos son los siguientes:

Grupo A

Construcciones cuyas falla pueda ocasionar cuantiosas pérdidas humanas o económicas, o que contienen instalaciones esenciales cuyo funcionamiento es vital en condiciones de emergencia, tales como, aunque no limitadas a:

- ✓ Hospitales, puesto de emergencia o centros de salud en general.
- ✓ estaciones de bomberos o de policía e instalaciones militares.
- ✓ Centrales eléctricas y de telecomunicaciones.
- ✓ Torres de transmisión y antenas.
- ✓ Estaciones de bombeo y depósitos de agua.
- ✓ Tanques elevados y chimeneas.
- ✓ Redes de distribución de agua, gas, electricidad, etc.
- ✓ Edificaciones gubernamentales o municipales de importancia.
- ✓ Institutos educacionales en general.
- ✓ Depósitos de materiales tóxicos o explosivos y centros que utilicen materiales radioactivos.
- ✓ Edificaciones que contienen objetos de valor excepcional, tales como museos y bibliotecas.
- ✓ Monumentos y templos de valor histórico.

También se incluyen en este Grupo las construcciones cuyo uso principal implique aglomeraciones de más de 300 personas con cierta frecuencia, tales como: auditorios cines, teatros, estadios, etc.

Grupo B

Pertenecen a este grupo las construcciones de uso público o privado tales como, aunque no limitada a:

- ✓ Viviendas unifamiliares y bifamiliares en general.
- ✓ Edificios destinados a viviendas, oficinas, comercios y actividades similares.
- ✓ Plantas e instalaciones industriales.
- ✓ Almacenes y depósitos en general.

También abarca en este grupo toda construcción cuyo colapso pueda poner en peligro las de este Grupo o las del Grupo A

Grupo C

Este grupo comprende las construcciones no clasificables en los Grupos anteriores, no destinadas a su uso como habitación o al uso público, y cuyo colapso no pueda causar daños a las construcciones de los dos primeros Grupos.

2.2.12.2 Clasificación según las características de respuestas

Atendiendo a la naturaleza de los principales efectos que el viento puede ocasionar en las construcciones, estas se clasifican según las características de la geometría expuesta a la acción del viento en los siguiente Tipos:

TIPO I

Este tipo comprende las construcciones cerradas poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, y aquellas cerradas en general cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o cuyo período natural de vibración sea menor o igual a 1 segundo. Están comprendidas en este Tipo las construcciones con cubierta destinada a naves industriales, teatros,

auditorios, depósitos, etc., y otras construcciones cerradas destinadas a su uso similar. También se incluyen las cubiertas estructurales rígidas, o sea aquellas capaces de resistir las acciones debidas al viento sin variar sustancialmente su geometría.

TIPO II

Se incluyen dentro de este Tipo las construcciones abiertas cuya esbeltez sea menor o igual a 5 o que tengan un periodo natural de vibración menor o igual 1 segundo, tales como las torres o antenas atirantadas y en voladizo, los tanques elevados, los parapetos y las vallas.

TIPO III

Pertencen a este Tipo aquellas construcciones especialmente sensibles a las ráfagas de corta duración las cuales favorecen la ocurrencia de oscilaciones importantes. Comprende las construcciones definidas en tipo I y II cuya relación de esbeltez sea mayor a 5 o cuyo período natural de vibración sea mayor a 1 segundo, o las que su geometría sea propensa a fuertes vibraciones.

TIPO IV

Se tipifican en este grupo las construcciones que representan problemas aerodinámicos particulares, tales como las cubiertas colgantes excluidas del Tipo I, las formas aerodinámicas inestables, las construcciones flexibles con varios periodos de vibración próximos entre sí, etc.

2.2.13. Fundación

La fundación es aquella parte de la estructura que transmite las cargas aplicadas al terreno que lo sustenta. Si un estrato de suelo para soportar la estructura está ubicado a poca profundidad.

La estructura pudiera ser fundada por fundaciones directas o superficiales. En caso contrario que los estratos competentes ubiquen a grandes profundidades se deberá dar soporte con fundaciones profundas.

2.2.13.1. Fundaciones aisladas

Fratelli, M (1996) expresa que las fundaciones aisladas resultan del ensanchamiento del extremo inferior de las columnas o pedestales en el plano de apoyo sobre el suelo de modo de disminuir la magnitud de las presiones de contacto con este y asegurar la estabilidad de la superestructura. (pág. 246)

Es el tipo de fundación superficial que posee características sencillas y económicas en comparación con otros tipos de cimentaciones sirven para soportar columnas individuales. Sus dimensiones en planta son generalmente iguales (Zapatas cuadradas) o casi iguales (Zapatas rectangulares).

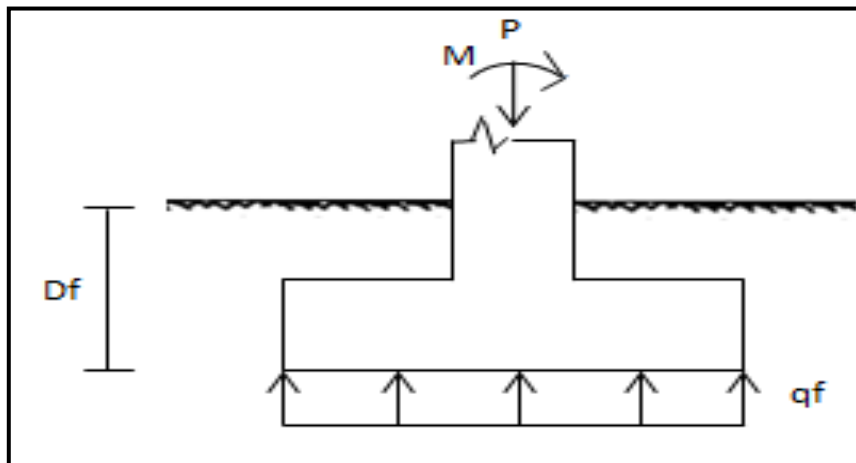


Figura 6. Zapata aislada. **Fuente:** Autor

$$qf = \frac{P + P_p}{A_z} \text{ (Ec. 13)}$$

Dónde:

P =Carga de la superestructura

P_p =peso propio de la zapata

M =Momento actuante de la superestructura

B =Ancho de la zapata

D_f =Profundidad de fundación

qf =Presión de contacto

$$A_z = B * L$$

- **Carga excéntrica**

$$\frac{P}{B_x * B_y} \left(1 + \frac{6ex}{B_x} + \frac{6ey}{by} \right) \quad (\text{Ec. 14})$$

(momentos absorbidos por la zapata)

$$q_s \leq q_{adm}$$

$P = C_p + C_v + (W \text{ o } S)$ carga de servicio

Para considerar la sobrecarga debido al peso del suelo sobre la zapata se afecta la carga (P) por los siguientes factores:

- 1,15 si $D_f \leq 1,50\text{m}$
- 1,20 si $1,50\text{m} < D_f \leq 3\text{m}$
- 1,30 si $3,00\text{m} < D_f \leq 5\text{m}$

Estados límites de resistencia para las zapatas aisladas se toman en cuenta lo siguiente elementos:

- **Aplastamiento**

Para la revisión de la falla por aplastamiento se suele considerar que la presión de compresión que transmite la columna o pedestal se va disipando con el espesor d de la zapata, a razón de 2 horizontal por 1 vertical, desde el área A_1 en su cara superior (área de contacto columna o pedestal – zapata), hasta el área A_2 en su cara inferior. La capacidad de carga por aplastamiento se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$\Phi R_n = \Phi 0,85 * F'_c * A_x \frac{\bar{A}_2}{A_1} \leq P_u \quad (\text{Ec. 15})$$

$$\frac{\bar{A}_2}{A_1} \leq 2 \quad (\text{Ec. 16})$$

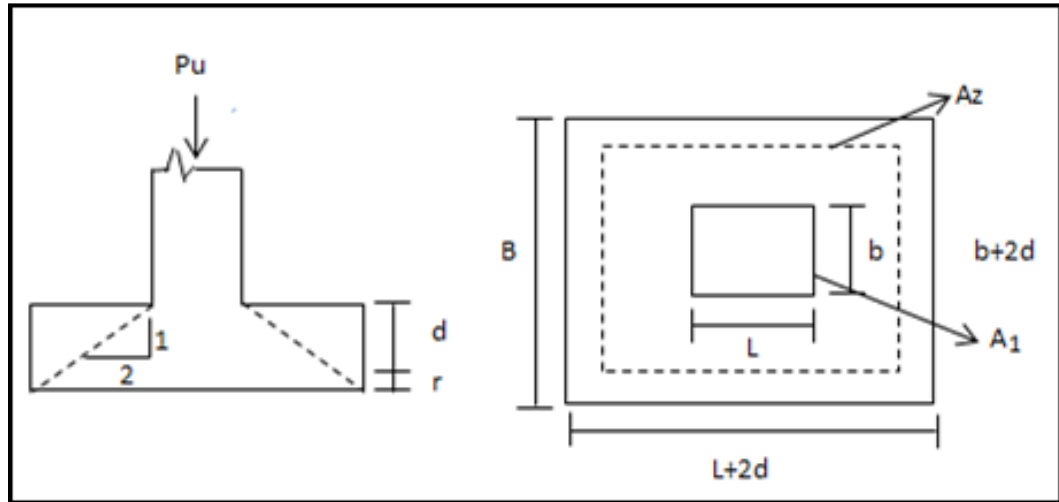


Figura 7. Carga excéntrica **Fuente:** Autor

Dónde:

$$\Phi = 0,65$$

$$A_1 = b \cdot L$$

$$A_z = (L + 2d)(b + 2d)$$

$$A_{s_{min}} = 0,005 \cdot A_1 (\text{mínimo 4 barras})$$

- **Corte**

Este cortante se asemeja al de una viga de concreto, su falla produce grietas de tensión diagonal en las proximidades de los apoyos. Para una zapata podríamos decir que ella misma es una viga ancha apoyada en la columna. Esta se puede verificar con la siguiente ecuación:

$$\Phi V_n = \Phi 0,53 \cdot \overline{F'_c} \cdot B \cdot d \geq V_u \quad (\text{Ec. 17})$$

$$A_{diseño} = B_x \cdot B_y \quad (\text{Ec. 18})$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{diseño}} \quad (\text{Ec. 19})$$

$$V_{u \ a-a} = \sigma_u \cdot n_x - d \cdot B_y \quad \text{Eje } x \quad (\text{Ec. 20})$$

$$V_{u \ b-b} = \sigma_u \cdot n_y - d \cdot B_x \quad \text{Eje } y \quad (\text{Ec. 21})$$

Dónde:

P_u : Carga ultima.

$A_{\text{diseño}}$: Área de diseño.

V_u : Corte Ultimo.

σ_u : Presión ultima de suelo

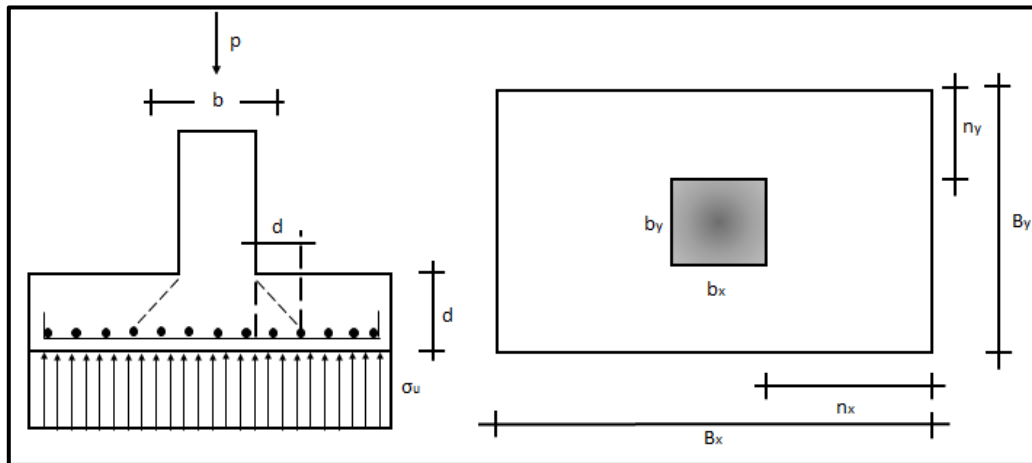


Figura 8 Plano de corte de una zapata aislada. **Fuente:** Autor

- **Punzonado**

Se refiere al efecto en que la zapata trata de fallar por una superficie piramidal, como respuesta de la carga vertical que le transfiere de la columna o pedestal. Esta falla se produce con una grieta diagonal formando una superficie de cono o pirámides alrededor de la columna. La inclinación de estas grietas varían de 20° a 45°

$$\Phi V_n = \Phi 1,06 * \overline{f'c} * b_o * d \geq V_u \text{ (Ec. 22)}$$

$$V_c = 1.06 \overline{f'c} \text{ (Ec. 23)}$$

$$V_c = 0.53 \overline{f'c} \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \text{ (Ec. 24)}$$

$$V_c = 0.27 \overline{f'c} \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_o} + 2 \right) \text{ (Ec. 25)}$$

Dónde:

β : relación del lado largo al lado corto de la columna.

α_s : parámetro que vale 40 para columnas interiores y 20 para columnas esquineras.

d : altura efectiva de la losa (distancia desde el centro de gravedad del acero de tracción hasta la cara comprimida extrema).

b_0 : perímetro de la sección crítica de cortante de la losa de la zapata.

$$Bc = \frac{\text{Lado mayor}}{\text{Lado menor}} = \text{de la columna o pedestal} \geq 1$$

$$b_0 := 2 b_x + b_y + 2 d \quad (\text{Ec. 26})$$

$$V_{u \text{ a-a}} = \sigma_u \cdot n_x - \frac{d}{2} \cdot B_y \quad (\text{Eje } x) \quad (\text{Ec. 27})$$

$$V_{u \text{ b-b}} = \sigma_u \cdot n_y - \frac{d}{2} \cdot B_x \quad (\text{Eje } y) \quad (\text{Ec. 28})$$

$$Bo = 4 n_x + d \quad (\text{Ec. 29})$$

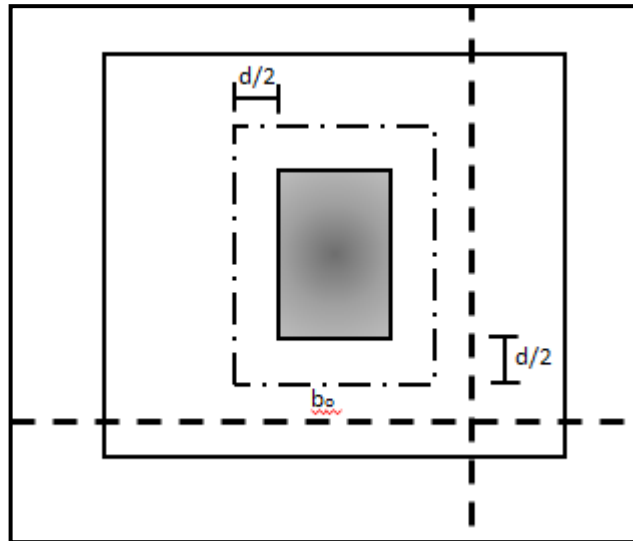


Figura 9. Área de punzonado. **Fuente:** Autor

- **Flexión**

$$M_{u \text{ b-b}} = \sigma_u \cdot B_x \cdot \frac{n_y^2}{2} \quad (\text{Eje } x) \quad (\text{Ec. 30})$$

$$M_{u \text{ a-a}} = \sigma_u \cdot B_y \cdot \frac{n_x^2}{2} \quad (\text{Eje } y) \quad (\text{Ec. 31})$$

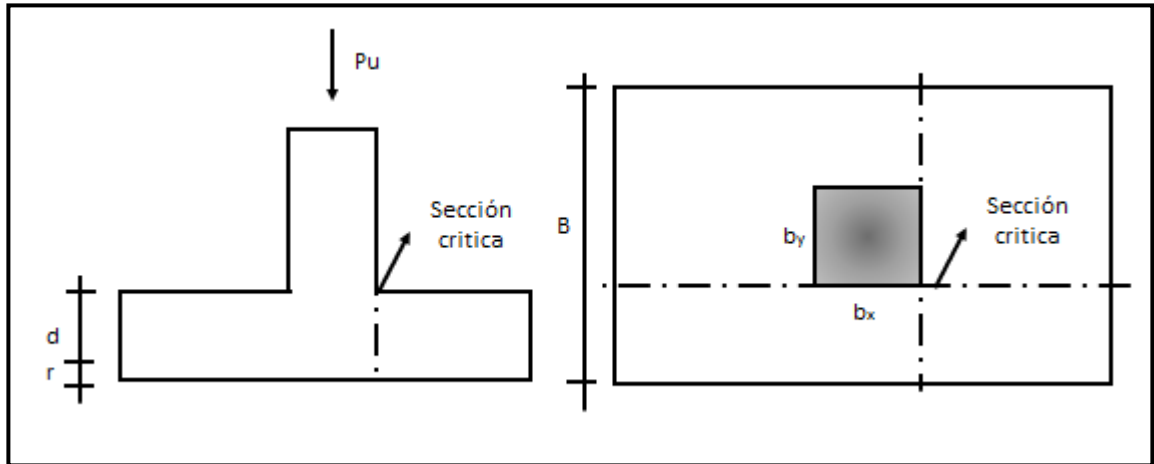


Figura 10. Área de flexión. Fuente: Autor

$$q = 0.85 \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * 0.85 * F'c * By * d^2}} \right] \quad (\text{Eje x})(Ec. 32)$$

$$q = 0.85 \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * 0.85 * F'c * Bx * d^2}} \right] \quad (\text{Eje y})(Ec. 33)$$

$$As_x = q \frac{f'c}{fy} By d \quad (Ec. 34)$$

$$As_y = q \frac{f'c}{fy} Bx d \quad (Ec. 35)$$

$$As_{min} = \frac{14 * B * d}{Fy} \quad (Ec. 36)$$

- **Verificación por volcamiento**

Se analiza la estabilidad de la fundación definida por un factor de seguridad que es el cociente entre el momento resistente o estabilizante o el momento volcante, con respecto al borde de la zapata. Si la carga resultante está en el tercio central entonces $F_s \geq 3$.

- **Verificación por deslizamiento**

Se evalúa comparando la sollicitación de corte, con la resistencia al deslizamiento en la base de la fundación. La resistencia de deslizamiento se representa en la siguiente ecuación:

$$V_{res} = N \cdot \tan \frac{2}{3} \phi - \%Ac \cdot l_x \cdot l_y \cdot C_a$$

Dónde:

N : Carga axial actuante en sello de fundación (Cargas llevadas al sello de fundación).

ϕ : Angulo de fricción interna del suelo.

$\%Ac$: Área que actúa en compresión (Definida después de aplicar método biaxial).

l_x : Dimensión en X de la fundación.

l_y : Dimensión en Y de la fundación.

C_a : Adherencia entre la fundación y el suelo.

El corte actuante en la base de la fundación se compone de las dos direcciones como se muestra en la siguiente ecuación:

$$V_{sol} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

- **LONGITUD DE DESARROLLO**

El capítulo 12 del ACI-318 indica que la longitud de desarrollo es la longitud embebida necesaria dentro del concreto para poder desarrollar un determinado esfuerzo sobre las varillas de acero, en general el esfuerzo de fluencia. Además de un desarrollo lineal también se usan ganchos de diferentes ángulos de doblado (Gancho estándar).

$$L_d < \frac{B-L}{2} - r \quad (Ec.37)$$

Tabla 3. Longitudes de desarrollo según diámetros

LONGITUDES DE DESARROLLO					
N	db (in)	db (cm)	Posición de refuerzo		Gancho (Ldh)
			Otros (Ld)	Superiores (Ld)	
2	1/4	0,635	30,0	36	15
3	3/8	0,953	41,6	54	21
4	1/2	1,270	68,5	89	27,9
5	5/8	1,588	85,6	111,3	34,9
6	3/4	1,905	102,7	133,5	41,9
7	7/8	2,223	119,8	155,8	48,9
8	1	2,540	136,9	178	55,9
9	1 1/8	2,858	154,1	200,3	62,9
10	1 1/4	3,175	171,2	222,5	69,8
11	1 3/8	3,493	188,3	244,8	76,8

Fuente: ACI-318

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Como parte del diseño metodológico es necesario determinar y plantear los métodos y las técnicas de recolección de datos, así como el tipo de instrumentos que se utilizarán. Este momento es de suma importancia, pues la elaboración de un buen procedimiento determina en gran medida la calidad de información, siendo ésta la base para las etapas subsiguientes y para los resultados logrados.

El método representa el conjunto de reglas y procedimientos que se aplicarán para realizar el análisis del fenómeno en estudio, basándose en los conocimientos teóricos que se tiene de éste a la par de cumplir el fin de la investigación.

Este capítulo comprende la información referida al tipo y diseño de la investigación, a la descripción de las técnicas de recolección de información, además de la fundamentación de los procedimientos y metodología empleada durante el desarrollo de la investigación.

3.1. Tipo de investigación

Según Arias (2006), la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir; el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes” (pág. 31).

Considerando la definición del autor, el presente proyecto corresponde a una investigación de campo, debido a que para la realización de ésta se tomarán los datos directamente de la estación principal Anaco, y de aquellos

quienes operan en ella, de esta forma se garantiza la veracidad y confiabilidad de los datos.

3.2. Nivel de investigación

Arias (2006), indica que la investigación descriptiva,

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (pág. 24)

Tomando como referencia lo anteriormente expuesto, se considera que el proyecto en cuestión es de carácter descriptivo, por cuanto se hará una descripción de las condiciones actuales en la estación de trampa de herramientas, específicamente de los sistemas de soporte de tubería, con el fin de determinar si cumplen los requerimientos necesarios para su correcto funcionamiento.

3.3. Técnicas de investigación

Arias (2006), define las técnicas de recolección como “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. Son ejemplos de técnicas, la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades entrevista o cuestionario, y el análisis documental. En la recolección de los datos de la investigación se aplican un conjunto de técnicas para el logro de objetivos establecidos” (pág. 67).

La información necesaria para el estudio del tema planteado será obtenida a través de las siguientes técnicas:

- **Revisión documental.** Esta es de gran importancia, ya que con la documentación obtenida se podrá conocer características e información relevante en el estudio del proyecto y con el apoyo de la empresa PDVSA

GAS ANACO, S.A. Se consultarán diferentes bibliografías técnicas especializadas en el tema de estudio, manuales, proyectos y normas como: Covenin 1756-98 (Rev. 2001) y ACI 318-14.

- **Observación directa**

Según Wilson (2010) indica que: “la observación directa es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, tomar información y registrarla para su posterior análisis. En ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos” (Pág.65). Esta técnica se empleó para recopilar toda la información que brinde la estructura existente, con la finalidad de obtener los datos necesarios que serán ingresado al software SAP 2000, aplicándose esta técnica se puede elaborar los cálculos de dicha estructura, durante el desarrollo la investigación teniendo en cuenta la revisión del cumplimiento de los objetivos.

- **Entrevista no estructurada**

Arias (2010) expresa que “en esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista.” (p. 73). Con esta técnica se realizaron varias entrevistas no estructuradas al personal que labora en el Departamento de Desarrollos Urbanos, con el fin de obtener información por parte del personal y conocer el estado de las instalaciones existentes más allá de lo observado en campo.

- **Software utilizados**

Con el fin de desarrollar la propuesta de reforzamiento de las instalaciones existentes fue necesario utilizar el software SAP 2000 para la revisión, cálculo y diseño de la estructuras.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de los objetivos específicos planteados, para dar una solución viable a la problemática que podrían presentar las instalaciones de la Estación de Regulación Primaria. Se analizaron todas las etapas significativas que integraron las estructuras existentes evaluando y detallando a través de diversos métodos, técnicas y normas para obtener el mayor entendimiento del lector organizado de la siguiente forma:

4.1. Realizar un levantamiento planialtimétrico y el estado de las condiciones actuales de las estructuras en estudio.

Con la documentación planimétrica se tiene un sistema más idóneo para recuperar de una forma comprensible toda la estructura arquitectónica de alguna edificación. De aquí se deduce la importancia que tiene la obtención de una documentación de calidad, básica para su posterior estudio y análisis. Una documentación incompleta, o de poco rigor, impedirá una comprensión científica del proceso constructivo y visión arquitectónica del edificio. Con el levantamiento planialtimétrico se obtuvo:

- Dimensiones de las estructuras existentes (Soportes 04, 05, 06 y 07).
- Dimensiones de las Tuberías que conforman la Estación de Regulación Primaria (ERP).

Las dimensiones de los soportes 04, 05, 06 y 07 son 0.60m x 0.70m x 1.50m. El tipo de fundación que soporta esta estructura es de zapatas aisladas.

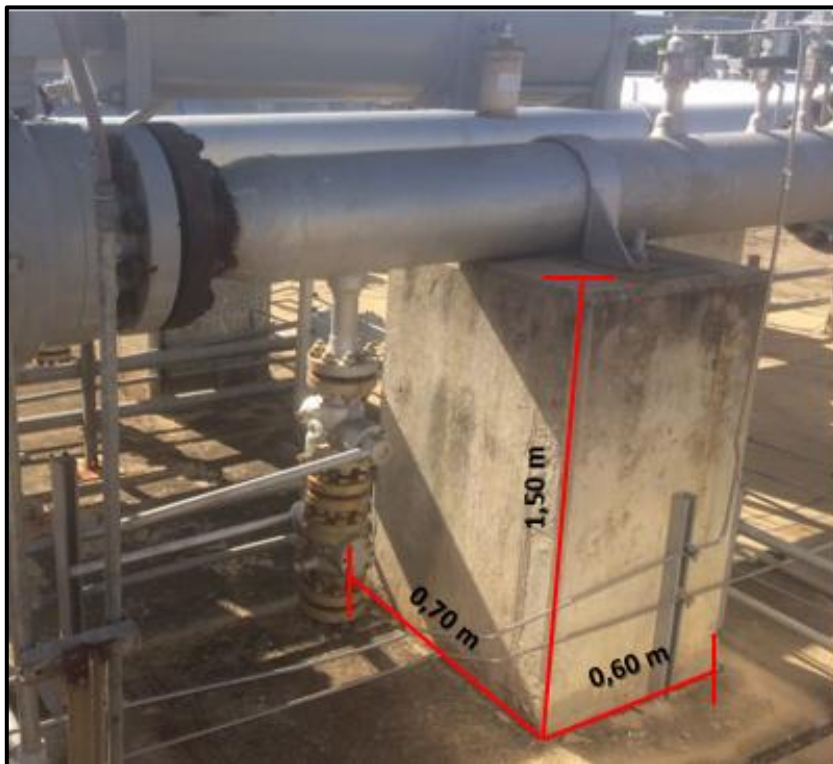


Figura 11. Dimensiones del soporte. **Fuente:** Autor

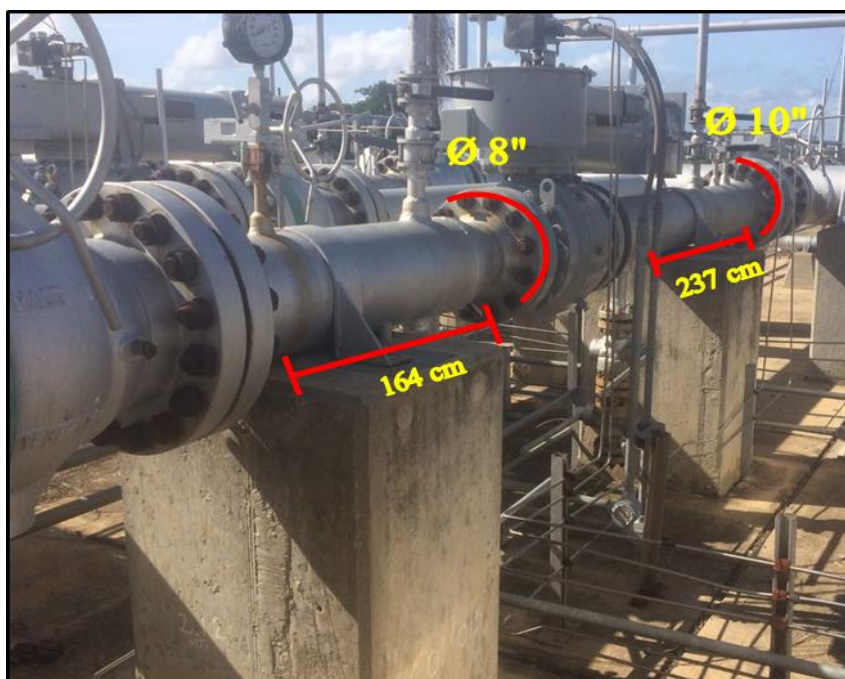


Figura 12. Dimensiones de las tuberías. **Fuente:** Autor

4.2. Encontrar las solicitaciones en el sistema estructural por acción estática y dinámica

Para encontrar las solicitaciones en el sistema estructural existente fue necesario calcular el Análisis de cargas, Análisis sísmico, Análisis eólico, y Combinaciones de cargas que mediante los resultados obtenidos serán cargados al programa para elaborar la verificación pertinente, sin dejar atrás la verificación de la fundación acuerdo a la norma COVENIN (1756-98) Edificaciones Sismorresistentes, COVENIN (2003-89) Acciones del Viento sobre las Construcciones y ASCE-7 (2002) Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y otras Estructuras.

4.2.1. Análisis de cargas existente del soporte

El análisis de cargas de las estructuras se realizó teniendo en cuenta que los 4 soportes poseen las mismas dimensiones, de acuerdo a lo antes mencionado, para efectos de cálculos se estudió el soporte que estaba sometido a la carga más desfavorable, es decir, la carga de mayor magnitud.

4.2.1.1. Carga de Montaje o Vacío (E.V)

Para el cálculo de la carga de montaje se toma en cuenta el peso propio de la estructura y de todos los elementos que forman parte del sistema de manera permanente.

$$E_v = 2.37ml * \frac{80Kg}{ml} + 447Kgf + 228Kgf = 864.6Kgf$$

Tabla 4. Cargas de la tubería

SOPORTE DE CONCRETO		LINEA 10''	
Caso de Carga	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
Operación Normal	-1554.55	0	1161.59
Prueba Hidrostática	-97.26	-1538.12	38.43

Fuente: PDVSA Gas Anaco

- **Peso de la tubería llena de agua**

Diametro externo = 27.3cm

$$\text{Diametro interno} = 27,3\text{cm} - 1.509\text{cm} = 25.791\text{cm}$$

$$V = \pi r^2 h = 3.14 (12.89)^2 257.9\text{cm} = 134665.81\text{cm}^3$$

El agua tiene una densidad de 1 kg/l, es decir, 1 litro de agua tiene una masa justo de 1 kilogramo.

$$1\text{cm}^3 = 0.001 \text{ Litros, por lo tanto:}$$

$$134665.81\text{cm}^3 = 134.67\text{Kg}$$

El Peso a participar será la suma del fluido más los componentes existentes que integran el sistema de tuberías.

$$W = \text{Agua} + Ev = 134.67\text{Kg} + 864.6\text{Kg}$$

$$W = 999.27\text{Kgf}$$

4.2.1.2. Carga Sísmica

Para el cálculo de los componentes horizontales de sismo se estimó un porcentaje de Aceleración horizontal $A_0 = 0.30$ y 0.21 para el sismo Vertical (70% de las componentes Horizontales).

Las Acciones sísmicas serán:

$$Fh = Fx = Fz = WA_0$$

$$Fv = 0.70h$$

- **Fuerza Horizontal**

$$Fh = Fx = Fz = WA_0 = 988.25\text{Kgf} * 0.30 = 296.475\text{Kgf}$$

- **Fuerza Vertical**

$$Fv = 0.70Fh = 0.70 * 299.781\text{Kgf} = 207.5325\text{Kgf}$$

4.2.1.3. Carga de Viento

Basándose en lo establecido en la normativa de Acciones del Viento Sobre las Estructuras 2003-89, en la sección Acciones Mínimas, se asumió de manera conservadora una presión constante perpendicular en todas las superficies del soporte de 30Kg/m^2 . La fuerza de presión resultante se supondrá que su punto de aplicación en el soporte se ubica en el punto de

Apoyo de la Tubería, dicho esto, se calculan las componentes en X, Y y Z, como se muestra a continuación:

- **Fuerza en Dirección “x”**

Para el cálculo de la componente de la fuerza del viento en dirección x, se toma en cuenta la proyección del área lateral del soporte más el área lateral de la tubería.

$$F_x = q A_f = 30 * [1.50m + 10 * 0.0254m \cdot 2.37m] = 63.06Kgf$$

- **Fuerza en Dirección “y”**

Se toma en cuenta la proyección del área superior del soporte más el área superior de la tubería.

$$F_y = q A_f = 30 * [10 * 0.0254m \cdot 2.37m + 0.70] = 39.06Kgf$$

- **Fuerza en Dirección “z”**

Se toma en cuenta la proyección del área.

$$F_z = q A_f = 30 * 1.50 = 45Kgf$$

Tabla 5. Montaje o Vacío.

COMB.	F _x (Kgf)	F _y (Kgf)	F _z (Kgf)
1	0.00	1037.52	0.00
2	0.00	1210.44	0.00
3	91.296	1074.0096	62.4
4	-91.296	1001.0344	-62.4
5	91.296	814.6296	62.4
6	-91.296	741.6504	-62.4
7	419.6934	1071.9258	419.6934
8	-419.6934	484.3542	-419.6934

Fuente: Autor

Tabla 6. Operación Normal.

COMB.	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
9	-2176.37	0.00	1626.226
10	1956.756	36.49	1456.308
11	1774.164	-36.49	1331.508
12	2285.1534	293.7858	1806.6014
13	1445.7666	-293.7858	981.2146
14	1409.391	36.49	1107.831
15	1307.799	-36.49	983.031
16	1818.7884	293.7858	1465.1244
17	979.4016	-293.7858	625.7376

Fuente: Autor

Tabla 7. Prueba Hidrostática

COMB.	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
18	113.0161	1787.2954	44.65566
19	162.36	1863.9888	77.316
20	71.064	1827.4992	14.916

Fuente: Autor

4.2.1.4. Análisis de Fundación Rectangular

- **Área requerida**

Se debe cumplir: $0.5 \leq \frac{B_x}{B_y} \leq 2$

$$0.5 \leq \frac{130}{100} \leq 2 = 0.5 \leq 1.30 \leq 2 = \text{OK!}$$

- **Verificar**

$$A_{\text{diseño}} = 130\text{cm} * 100\text{cm} = 13000\text{cm}^2 \text{ (Ec. 18)}$$

$$P_u = 1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV} = 1.2 \cdot 999.27\text{Kgf} + 1.6 \cdot 1863.989\text{Kgf} = 4168.28\text{Kg}$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{\text{diseño}}} = \frac{4168.28\text{Kgf}}{13000\text{cm}^2} = 0.32\text{Kgf/cm}^2$$

Capacidad Admisibile del suelo o $\sigma_{adm} = 1.50\text{kgf/cm}^2$

$$\sigma_{adm} > \sigma_u \therefore \text{CUMPLE}$$

- **Resistencia hormigón**

$$V_u \leq \phi \leq V_c$$

- **Punzonamiento**

Compara con menor valor obtenido de:

$$V_c = 1.06 \sqrt{240\text{kgf/cm}^2} = 16.42\text{Kgf} \text{ (Ec.23)}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{240\text{kgf/cm}^2} \left(1 + \frac{2}{1.17} \right) = 22.24\text{Kgf} \text{ (Ec.24)}$$

$$V_c = 0.27 \sqrt{240\text{kgf/cm}^2} \left(\frac{40 \cdot 15\text{cm}}{320\text{cm}} + 2 \right) = 16.21\text{Kgf} \text{ (Ec.25)}$$

Dónde:

β : relación del lado largo al lado corto de la columna.

α_s : parámetro que vale 40 para columnas interiores y 20 para columnas esquineras.

d: altura efectiva de la losa (distancia desde el centro de gravedad del acero de tracción hasta la cara comprimida extrema.

b_0 : perímetro de la sección crítica de cortante de la losa de la zapata.

$$Bc = \frac{\text{Lado mayor}}{\text{Lado menor}} = \text{de la columna o pedestal} \geq 1$$

$$b_0 = 2 \cdot 70\text{cm} + 60\text{cm} + 2 \cdot 15 = 320\text{cm} \text{ (Ec.26)}$$

- **Punzonamiento a una distancia (d) de la columna exterior, de la columna.**

$$V_u \text{ a-a} = 0.32\text{Kgf/cm}^2 * 30 - 15 * 100 = 480,96\text{Kgf} \text{ Eje x (Ec.20)}$$

$$\phi V_n = (0.75)(0.53) \sqrt{240\text{Kgf/cm}^2} (100\text{cm})(15\text{cm}) = 12006.69\text{Kgf} \text{ (Ec.17)}$$

$$\phi V_n > V_u \therefore \text{Resiste por corte}$$

$$V_u \text{ b-b} = 0.32\text{Kgf/cm}^2 * 20\text{cm} - 15\text{cm} * 130\text{cm} = 208\text{Kgf} \text{ (Eje y) (Ec.21)}$$

$$\phi V_n = (0.75)(0.53) \sqrt{240 \text{Kgf/cm}^2} (130 \text{cm})(15 \text{cm}) = 9235.91 \text{Kgf} \text{ (Ec.17)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por corte

- **Punzonamiento a una distancia (d/2) de la cara exterior de la columna.**

$$V_u \text{ a-a} = 0.32 \text{Kgf/cm}^2 * 30 \text{cm} - 7.5 \text{cm} * 100 \text{cm} = 720 \text{Kgf Eje x} \text{ (Ec.27)}$$

$$B_o = 4 \cdot 70 \text{cm} + 15 \text{cm} = 340 \text{cm} \text{ (Ec.29)}$$

$$\phi V_n = 0.75 \cdot 1.06 \sqrt{240 \text{Kgf/cm}^2} \cdot 340 \text{cm} \cdot 15 \text{cm} = 62804.205 \text{Kgf} \text{ (Ec.22)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por Punzonado

$$V_u \text{ b-b} = 0.32 \text{Kgf/cm}^2 * 20 \text{cm} - 7.5 \text{cm} * 130 \text{cm} = 520 \text{Kgf} \text{ (Eje y)} \text{ (Ec.28)}$$

$$B_o = 4 \cdot 60 \text{cm} + 15 \text{cm} = 300 \text{cm} \text{ (Ec.29)}$$

$$\phi V_n = 0.75 \cdot 1.06 \sqrt{240 \text{Kgf/cm}^2} \cdot 300 \text{cm} \cdot 15 \text{cm} = 55415.475 \text{Kgf} \text{ (Ec.22)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por Punzonado

- **Verificación del perno a cortante**

$$F_v, R_d = \frac{0.5 \cdot f_{ub} \cdot A_n}{\gamma_{m2}}$$

$$F_v, R_d = \frac{0.5 * 10967 * \pi \cdot 1.905 \text{cm}^2 * 1}{1.25} = 15920.81 \text{KgF}$$

$$2627.97 \text{KgF} \leq 15920.81 \text{KgF}$$

$F_d \leq F_v, R_d \therefore$ Resiste al corte

- **Flexión**

$$M_u \text{ a-a} = (0.32 \text{Kgf/cm}^2 * 100 \text{cm}) \frac{30 \text{cm}^2}{2} = 14400 \text{Kgf/cm} \text{ (Eje x)} \text{ (Ec.30)}$$

$$M_u \text{ b-b} = (0.32 \text{Kgf/cm}^2 * 130 \text{cm}) \frac{(20 \text{cm})^2}{2} = 8320 \text{Kgf/cm} \text{ (Eje y)} \text{ (Ec.31)}$$

$$q = 0.85 \cdot 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 14400 \text{Kgf/cm}}{0.90 * 0.85 * 240 \text{Kgf/cm}^2 * 100 \text{cm}^2 * (15 \text{cm})^2}}$$

(Eje x)(Ec. 32)

$$q = 0.0029$$

$$q = 0.85 \cdot 1 - \frac{2 * 8320Kgf/cm}{0.90 * 0.85 * 240Kgf/cm^2 * 130cm^2 * (15cm)^2}$$

(Eje y)(Ec. 33)

$$q = 0.0013$$

$$As_x = 0.0029 * \frac{240Kgf/cm^2}{4200Kgf/cm^2} * 100cm * 15cm = 0.249cm^2 (Ec. 34)$$

$$As_{min} \frac{14 * 130cm * 15cm}{4200Kgf/cm^2} = 6.5cm (Ec. 36)$$

$$As_y = 0.0013 * \frac{240Kgf/cm^2}{4200Kgf/cm^2} * 130cm * 15cm = 0.144cm^2 (Ec. 35)$$

$$As_{min} \frac{14 * 100cm * 15cm}{4200Kgf/cm^2} = 5cm (Ec. 36)$$

- **Longitud de desarrollo**

$$89 < \frac{130 - 70}{2} - 5 = 25 (Ec. 37)$$

Ver tabla 3 para las longitudes de desarrollo según la ACI-318.

4.2.2. Análisis de cargas modificadas del soporte

Se realizaron nuevamente los cálculos de las cargas en la estructura teniendo en cuenta que los 4 soportes poseen las mismas dimensiones, y características de resistencia, en este caso se utilizaron las cargas generadas por la modificación de las válvulas que requiere la empresa.

4.2.2.1. Carga de Montaje o Vacío (E.V)

$$Ev = 153.6Kg + 9.75kg + 447Kg + 456Kg = 1066.35Kgf$$

Tabla 8. Cargas de la Tubería

SOPORTE DE CONCRETO		LINEA 10"	
Caso de Carga	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
Operación Normal	-1917.29	0	1428.90
Prueba Hidrostática	-119.98	-1898.10	47.39

Fuente: Autor

- **PESO DE LA TUBERÍA LLENA DE AGUA**

Diametro externo = 27.3cm

Diametro interno = 27,3cm – 1.509cm = 25.791cm

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = 3.14 (12.89)^2 \cdot 192\text{cm} = 100169.78\text{cm}^3$$

El agua tiene una densidad de 1 kg/l, es decir, 1 litro de agua tiene una masa justo de 1 kilogramo.

$1\text{cm}^3 = 0.001$ Litros, por lo tanto:

$$100169.78 = 100.170\text{Kg}$$

- **PESO DE LA TUBERÍA LLENA DE AGUA DE 8"**

Diametro externo = 21.91cm

Diametro interno = 21.91cm – 1.27cm = 20.64cm

$$V = 3.14 (10.32)^2 \cdot 15\text{cm} = 5016.26\text{cm}^3$$

El agua tiene una densidad de $997 \text{ kg/m}^3 \approx 1 \text{ kg/l}$, es decir, 1 litro de agua tiene una masa justo de 1 kilogramo.

$1\text{cm}^3 = 0.001$ Litros, por lo tanto:

$$100169.78\text{cm}^3 = 100.17\text{Kg}$$

$$5016.26\text{cm}^3 = 5.02\text{Kg}$$

El peso a participar será la suma del fluido más los componentes existentes que integran el sistema de tuberías.

$$W = \text{Agua} + \text{Ev} = 105,19\text{Kg} + 1066.35\text{Kg}$$

$$W = 105.19\text{Kg} + 1066.35\text{Kg}$$

$$W = 1171.54\text{Kgf}$$

4.2.2.2. Carga Sísmica

Para el cálculo de los componentes horizontales de sismo se estimó un porcentaje de Aceleración horizontal $A_0 = 0.30$ y 0.21 para el sismo Vertical (70% de las componentes Horizontales).

Las acciones sísmicas serán: $F_h = F_x = F_z = WA_0$

$$F_v = 0.70h$$

- **Fuerza Horizontal**

$$F_h = F_x = F_z = WA_0 = 1171.54Kgf * 0.30 = 350.652Kgf$$

- **Fuerza Vertical**

$$F_v = 0.70F_h = 0.70 * 350.652Kgf = 245.46Kgf$$

4.2.2.3. Carga de Viento

Se asumió de manera conservadora una presión constante perpendicular en todas las superficies del soporte de $30Kg/m^2$. La fuerza de presión resultante se supondrá que su punto de aplicación en el soporte se ubica en el punto de Apoyo de la Tubería.

- **Fuerza en Dirección “x”**

Se toma en cuenta la proyección del área lateral del soporte más el área lateral de la tubería.

$$F_x = qA_f = 30 * [1.50m + 10 * 0.0254m + 1.92m] = 59.63Kgf$$

- **Fuerza en Dirección “y”**

Se toma en cuenta la proyección del área superior del soporte más el área superior de la tubería.

$$F_y = qA_f = 30 * [10 * 0.0254m + 1.92m + 0.70] = 35.63Kgf$$

- **Fuerza en Dirección “z”**

Se toma en cuenta la proyección del área.

$$F_z = qA_f = 30 * 1.50 = 45Kgf$$

Tabla 9. Montaje o Vacío.

COMB.	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
1	0.00	1279.62	0.00
2	0.00	1492.89	0.00
3	64.81	1344.43	62.4
4	-64.81	1214.80	-62.4
5	64.81	934.33	62.4
6	-64.81	861.35	-62.4
7	532.28	1332.31	532.28
8	-532.28	587.11	-532.28

Fuente: Autor

Tabla 10. Operación normal.

COMB.	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
9	-2684.08	0.00	2000.46
10	2365.45	36.01	1777.08
11	2235.82	-36.01	1652.28
12	2832.92	532.28	2246.96
13	1768.36	-532.28	1182.4
14	1790.29	36.01	1411.41
15	1660.66	-36.01	1286.61
16	2257.76	372.59	1818.29
17	1193.2	-372.59	753.73

Fuente: Autor

Tabla 11. Prueba Hidrostática

COMB.	Fx (Kgf)	Fy (Kgf)	Fz (Kgf)
18	139.41	2205.59	55.06
19	176.38	2295.72	88.06
20	111.56	2259.71	25.66

Fuente: Autor

4.2.2.4. Análisis de Fundación Rectangular

- **Área requerida**

Se debe cumplir: $0.5 \leq \frac{B_x}{B_y} \leq 2$

$$0.5 \leq \frac{130}{100} \leq 2 = 0.5 \leq 1.30 \leq 2 = \text{OK!}$$

- **Verificar**

$$A_{\text{diseño}} = 130\text{cm} * 100\text{cm} = 13000\text{cm}^2 \text{ (Ec. 18)}$$

$$P_u = 1.2 \text{ CM} + 1.6 \text{ CV} = 1.2 \cdot 1171.54\text{Kgf} + 1.6 \cdot 2295.72\text{Kgf} = 5193.96\text{Kgf}$$

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A_{\text{diseño}}} = \frac{5193.96\text{Kgf}}{13000\text{cm}^2} = 0.39\text{Kgf/cm}^2$$

Se debe tener en cuenta que el σ_{adm} del suelo es de 1.50kgf/cm^2

$$\sigma_{\text{adm}} > \sigma_u \therefore \text{CUMPLE}$$

- **Resistencia hormigón**

$$V_u \leq \phi \leq V_c$$

- **Punzonamiento**

Compara con menor valor obtenido de:

$$V_c = 1.06 \overline{f'c} = 16.42\text{Kgf} \text{ (Ec. 23)}$$

$$V_c = 0.53 \overline{240\text{kgf/cm}^2} \left(1 + \frac{2}{1.17} \right) = 22.24\text{Kgf} \text{ (Ec. 24)}$$

$$V_c = 0.27 \overline{240\text{kgf/cm}^2} \left(\frac{40 \cdot 15\text{cm}}{320\text{cm}} + 2 \right) = 16.21\text{Kgf} \text{ (25)}$$

Dónde:

β : relación del lado largo al lado corto de la columna.

α_s : parámetro que vale 40 para columnas interiores y 20 para columnas esquineras.

d: altura efectiva de la losa (distancia desde el centro de gravedad del acero de tracción hasta la cara comprimida extrema.

b_0 : perímetro de la sección crítica de cortante de la losa de la zapata.

$$B_c = \frac{\text{Lado mayor}}{\text{Lado menor}} = \text{de la columna o pedestal} \geq 1$$

$$b_0 = 2 \cdot 70\text{cm} + 60\text{cm} + 2 \cdot 15 = 320\text{cm} \text{ (Ec. 26)}$$

se debe calcular V_u

- **Resistencia hormigón a una distancia d de la columna exterior de la columna.**

$$V_{u \text{ a-a}} = 0.39\text{Kgf/cm}^2 * 30 - 15 * 100 = 585\text{Kgf (Eje x)} \text{ (Ec. 27)}$$

$$\phi V_n = (0.75)(0.53) \sqrt{240\text{Kgf/cm}^2} (100\text{cm})(15\text{cm}) = 12006.69\text{Kgf (Ec. 17)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por corte

$$V_{u \text{ b-b}} = 0.39\text{Kgf/cm}^2 * 20\text{cm} - 15\text{cm} * 130\text{cm} = \text{(Eje y)} \text{ (Ec. 28)}$$

$$V_{u \text{ b-b}} = 253.5\text{Kgf}$$

$$\phi V_n = (0.75)(0.53) \sqrt{240\text{Kgf/cm}^2} (130\text{cm})(15\text{cm}) = 9235.91\text{Kgf (Ec. 17)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por corte

- **Punzonamiento a una distancia d/2 de la cara exterior de la columna.**

$$V_{u \text{ a-a}} = 0.39\text{Kgf/cm}^2 * 30\text{cm} - 7.5\text{cm} * 100\text{cm} = 877.5\text{Kgf (Eje x)} \text{ (Ec. 27)}$$

$$B_o = 4(n_x + d) = 4(70\text{cm} + 15\text{cm}) = 340\text{cm}$$

$$\phi V_n = 0.75 \cdot 1.06 \sqrt{240\text{Kgf/cm}^2} 340\text{cm} \cdot 15\text{cm} = 62804.205\text{Kgf (Ec. 22)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por punzonado

$$V_{u \text{ b-b}} = 0.39\text{Kgf/cm}^2 \cdot 20\text{cm} - 7.5\text{cm} \cdot 130\text{cm} = 633.75\text{Kgf (Eje y)} \text{ (Ec. 28)}$$

$$B_o = 4 \cdot 60\text{cm} + 15\text{cm} = 300\text{cm} \text{ (Ec.29)}$$

$$\phi V_n = 0.75 \cdot 1.06 \cdot \overline{240\text{Kgf/cm}^2} \cdot 300\text{cm} \cdot 15\text{cm} = 55415.475\text{Kgf} \text{ (Ec.22)}$$

$\phi V_n > V_u \therefore$ Resiste por punzonado

- **Verificación por deslizamiento.**

$$\frac{15\text{cm} \cdot 100\text{cm} \cdot 240\text{Kgf/cm}^2 \cdot 0.85}{350.652\text{KgF}} = 872.66\text{Kgf}$$

Dividiendo la resistencia de la losa por metro lineal entre las fuerzas horizontales se obtuvo que la losa resiste más de 800 veces las fuerzas horizontales, por lo que restringe el deslizamiento.

- **Verificación por volcamiento.**

La estabilidad al vuelco se calcula dividiendo el momento estabilizador entre el momento volcador. Estos momentos se toman en el punto inferior extremo de la zapata. Normalmente, las cargas más importantes que llegan a la zapata son verticales (peso propio de la estructura) y las cargas desestabilizadoras suelen ser poco importantes, como es el caso de las zapatas de viviendas. Pero también hay casos en los que es muy importante la magnitud de las cargas de vuelco como puede ser el caso de los aerogeneradores donde el empuje de viento es el factor principal de la estructura.

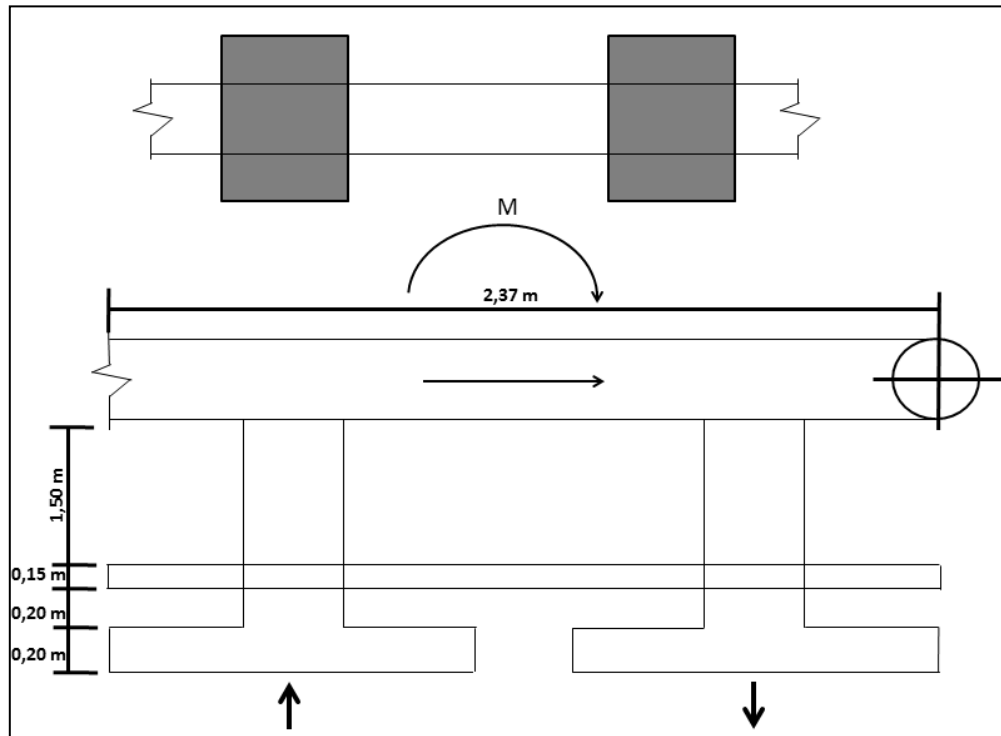


Figura 13. Verificación por volcamiento. Fuente: Autor

$$Y_f = \frac{\sum \text{Mom. Estabilizadores}}{\sum \text{Mom. desestabilizadores}} > 2$$

$$Y_f = \frac{14131.54 \text{ KgF}}{525.978 \text{ KgF}} = 26.87 > 2 \text{ OK!}$$

- **Verificación del perno a cortante**

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A \cdot n}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,5 \cdot 10967 \cdot \pi \cdot 1,905 \text{ cm}^2 \cdot 1}{1,25} = 15920,81 \text{ KgF}$$

$$2832,92 \text{ KgF} \leq 15920,81 \text{ KgF}$$

Fd ≤ Fv,Rd ∴ Resiste al corte

- **Flexión**

$$M_{u\ a-a} = (0.39\text{Kgf/cm}^2 * 100\text{cm}) \frac{(30\text{cm})^2}{2} = 17550\text{Kgf/cm (Eje x)} \text{(Ec. 30)}$$

$$M_{u\ b-b} = (0.39\text{Kgf/cm}^2 * 130\text{cm}) \frac{(20\text{cm})^2}{2} = 10140\text{Kgf/cm (Eje y)} \text{(Ec. 31)}$$

$$q = 0.85 \cdot 1 - \frac{2 * 17550\text{Kgf/cm}}{0.90 * 0.85 * 240\text{Kgf/cm}^2 * 100\text{cm} * (15\text{cm})^2}$$

(Eje x)(Ec. 32)

$$q = 0.0036$$

$$q = 0.85 \cdot 1 - \frac{2 * 10140\text{Kgf/cm}}{0.90 * 0.85 * 240\text{Kgf/cm}^2 * 130\text{cm} * 15\text{cm}^2}$$

(Eje y)(Ec. 33)

$$q = 0.0016$$

$$As_x = 0.0036 \frac{240\text{Kgf/cm}^2}{4200\text{Kgf/cm}^2} * 100\text{cm} * 15\text{cm} = 0.30\text{cm}^2 \text{(Ec. 34)}$$

$$As_{min} \frac{14 * 130\text{cm} * 15\text{cm}}{4200\text{Kgf/cm}^2} = 6.5\text{cm} \text{(Ec. 36)}$$

$$As_y = 0.0016 \frac{240\text{Kgf/cm}^2}{4200\text{Kgf/cm}^2} * 130\text{cm} * 15\text{cm} = 0.17\text{cm}^2 \text{(Ec. 35)}$$

$$As_{min} \frac{14 * 100\text{cm} * 15\text{cm}}{4200\text{Kgf/cm}^2} = 5\text{cm} \text{(Ec. 36)}$$

- **Longitud de desarrollo**

$$89 < \frac{130 - 70}{2} - 5 = 25 \text{(Ec. 36)}$$

Ver tabla 3 para las longitudes de desarrollo según la ACI-318.

4.3. Presentar la resistencia de las estructuras con el programa SAP 2000, Versión 19

4.3.1. Configuración de modelo de la estructura existente

Para la revisión del soporte existente se utilizó el software SAP 2000 v20., se introdujeron datos específicos según los criterios establecidos por las normas para lograr la simulación del comportamiento de la estructura.

Para iniciar el programa se hace clic en el icono de SAP 2000. Se eligió la opción File donde se obtuvo acceso a la ventana de trabajo del SAP que nos permitió crear un nuevo proyecto en la opción New Model. El ingreso de los criterios al programa es sencillo; estos se introducen a través de las ventanas donde se muestran numerosas opciones al usuario para poder elaborar cualquier estructura que se desea analizar o diseñar, además se seleccionó el sistema de unidades (Metric SI), como se muestra en la figura 14.

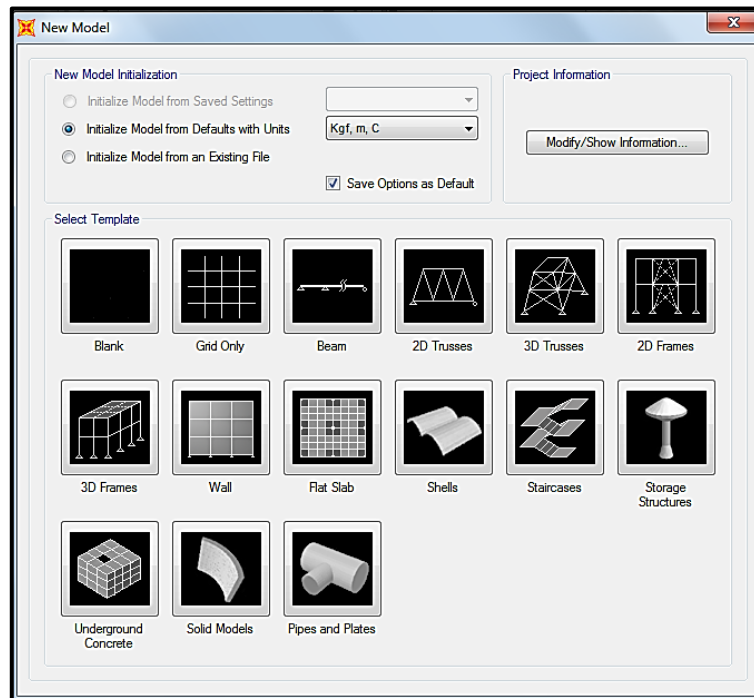


Figura 14. Configuración del modelo. **Fuente:** Autor

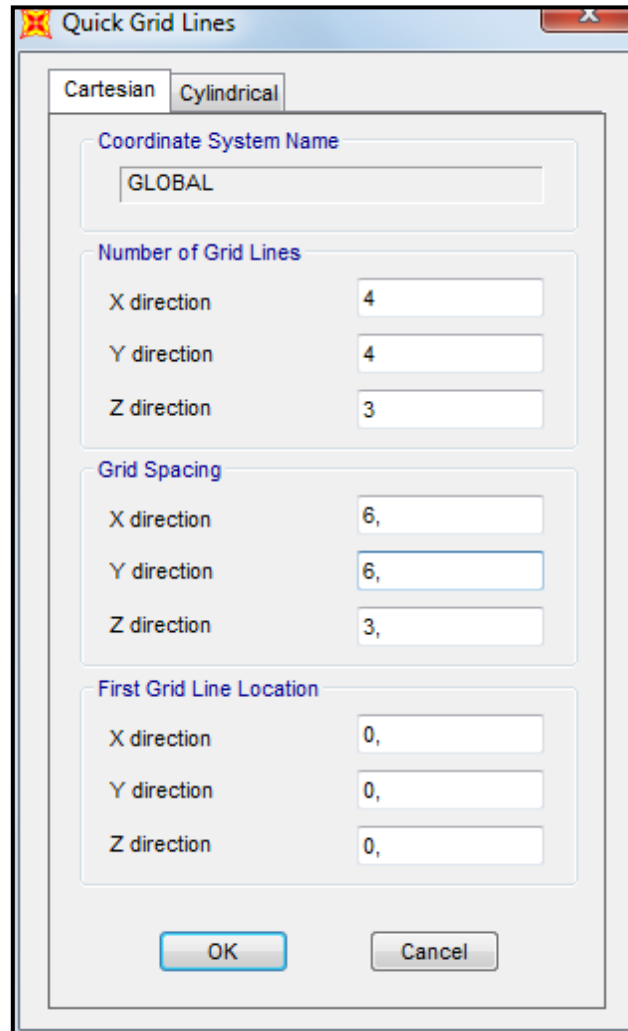


Figura 15. Configuración del modelo. **Fuente:** Autor

Consecutivamente se agregaron los datos de las dimensiones tanto en planta como en elevación. En Custom Grid Spacing se colocó el espaciado de la cuadrícula tanto en el eje X como en el eje Y y Custom Story Data se personalizó la altura del piso. Como se muestra en la figura 15.

4.3.1.1. Creación del modelo del sistema

Una vez realizada la configuración del programa, se creó los materiales utilizados en las estructuras para el material tanto del pedestal como de la fundación con concreto de Resistencia $240\text{Kg}/\text{cm}^2$ con un módulo de elasticidad 233928 para la estructura. Como se muestra en la figura 16.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: Fc240

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2402,7697

Mass per Unit Volume: 245,0143

Units

Units: Kgf, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 233928,

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9,900E-06

Shear Modulus, G: 97470,

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, fc: 2812278,5

Expected Concrete Compressive Strength: 2812278,5

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Figura 16. Creación del modelo del Sistema. **Fuente:** Autor

4.3.1.2. Introducción de carga y Combinaciones de carga

En el programa SAP 2000 las cargas gravitacionales pueden aplicarse a objetos punto, línea y área. Los objetos puntos pueden soportar fuerzas o momentos concentrados. Los objetos barra pueden tener aplicadas un sin número de cargas puntuales (Fuerza o Momento), o cargas distribuida (uniforme o trapezoidales). Los objetos área pueden tener cargas uniformes.

La generación de cargas estáticas laterales ya sea de terremotos (Seismic) o debido a la acción del viento (Wind), se aplican a través de numerosos códigos internacionales, también está la posibilidad de generar un patrón de cargas laterales definidas por el usuario.

Las cargas empleadas para las estructuras son: EV, EO, EP, Ff, S y W y una vez definidas se generó múltiples combinaciones de cargas aplicado a los resultados de cada objeto en el modelo utilizando. Las combinaciones de carga agregadas son ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 agregando un nuevo combo para cada una de las combinaciones, como se muestra en la figura 17.

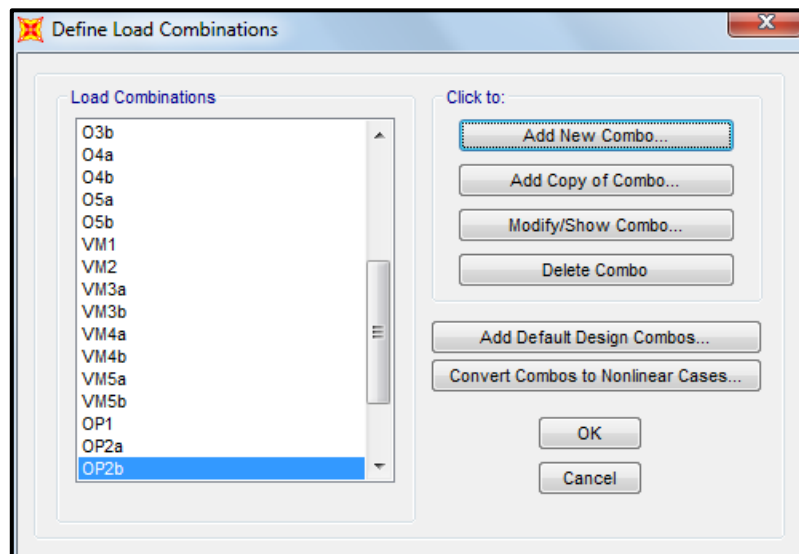


Figura 17. Configuración del modelo. **Fuente:** Autor

4.3.1.3. Asignación de carga distribuida y carga uniforme en la estructura

Para las carga uniforme se introdujo la carga de viento (W) 30 Kg/m por el área tributaria. Este procedimiento se repitió varias veces para poder asignarle su respectiva carga W en cada dirección del eje de coordenadas (X, Y y Z). De igual forma se realizó para la carga del sismo (S) teniendo una carga horizontal de 339.681Kgf y una carga vertical de 237.78Kgf.

En las cargas distribuidas se dividió las cargas de EV 997.6Kgf, EO 332.89Kgf y EP 2147.92Kgf entre el área del pedestal asignándole de manera equitativa una proporción de la carga a cada nodo como se muestra en la figura 18.

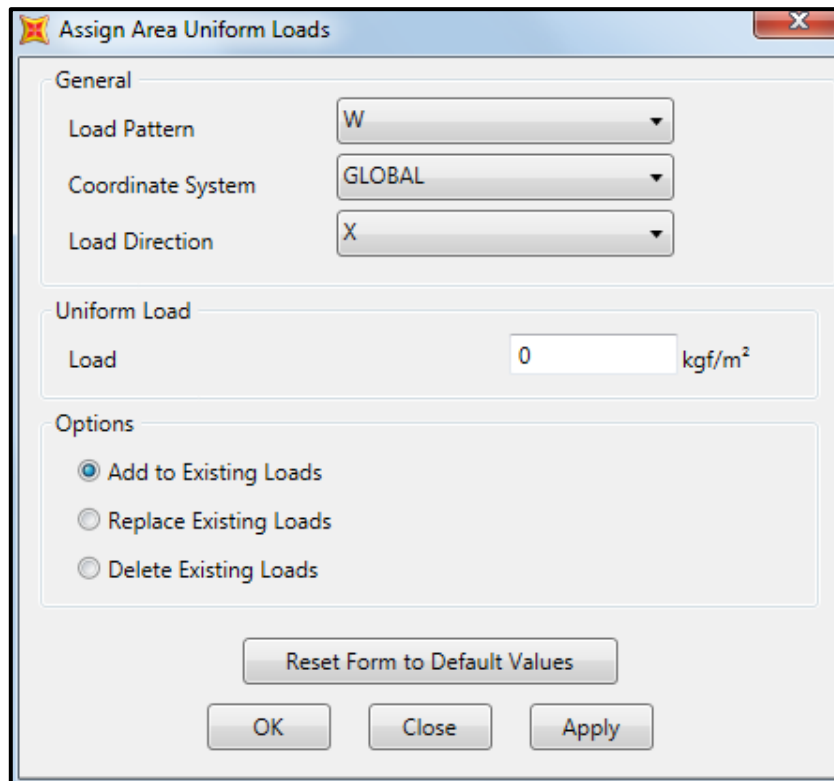


Figura 18. Asignación de carga distribuida y uniforme en la estructura. **Fuente:** Autor

4.3.1.4. Corrida del programa SAP 2000

Una vez finalizado el proceso de introducción de datos en todos los elementos que integran las estructuras, se le dio inicio a la simulación y así saber el comportamiento del mismo. Al dar en la opción Run Analysis el programa verificó en el soporte las derivas de viento W, derivas sísmicas Sx y Sy y Sz y la carga EV, EO y EP simulando la deformación de cada una de estas en el icono Show Deformed Shape.

4.3.2. Configuración de modelo con cargas modificadas

Para la revisión del soporte existente se utilizó el software SAP 2000 v20., se introdujeron datos específicos según los criterios establecidos por las normas para lograr la simulación del comportamiento de la estructura.

Para iniciar el programa se hace clic en el icono de SAP 2000 y aparecerá la siguiente ventana.

Se eligió la opción File donde se obtuvo acceso a la ventana de trabajo del SAP que nos permitió crear un nuevo proyecto en la opción New Model. El ingreso de los criterios al programa es sencillo; estos se introducen a través de las ventanas donde se muestran numerosas opciones al usuario para poder elaborar cualquier estructura que se desea analizar o diseñar, además se seleccionó el sistema de unidades (Metric SI).

Consecutivamente se agregaron los datos de las dimensiones tanto en planta como en elevación. En Custom Grid Spacing se colocó el espaciado de la cuadrícula tanto en el eje X como en el eje Y y Custom Story Data se personalizó la altura del piso.

4.3.2.1. Creación del modelo del sistema.

Una vez realizada la configuración del programa, se creó los materiales utilizados en las estructuras para el material tanto del pedestal como de la fundación con concreto de Resistencia 240Kgf/cm^2 con un módulo de elasticidad 233928 para la estructura.

4.3.2.2. Introducción de carga y Combinaciones de carga

Las cargas empleadas para las estructuras son: EV, EO, EP, Ff, S y W las cuales tienen valores diferentes ya que los elementos que soportara la estructura serán reemplazados por unos de mayor peso, es decir; una mayor carga para los soportes, de igual manera se generaron múltiples combinaciones de cargas aplicado a los resultados de cada objeto en el modelo utilizando. Las combinaciones de carga agregadas son iguales a las combinaciones del análisis de verificación inicial

Para las cargas uniformes se introdujo la carga de viento (W) 30 Kg/m por el área tributaria en cada dirección del eje de coordenadas (X, Y y Z). De igual forma se realizó para la carga del sismo (S) teniendo una carga horizontal de 380.20Kgf y una carga vertical de 266.14Kgf.

En las cargas distribuidas se dividió las cargas de EV 1063.25Kgf, EO 532.28Kgf y EP 2295.72Kgf entre el área del pedestal asignándole de manera equitativa una proporción de la carga a cada nodo.

Una vez finalizado el proceso de introducción de los nuevos datos en todos los elementos que integran las estructuras, se le dio inicio a la simulación y así saber el comportamiento del mismo. El programa verificó en el soporte las derivas de viento W, derivas sísmicas Sx y Sy y Sz y la carga EV, EO y EP simulando la deformación de cada una de estas en el icono Show Deformed Shape.

Una vez realizados todos los cálculos de las nuevas solicitaciones empleadas en el soporte se verificó en el programa SAP 2000 que no es necesario realizar una modificación en el sistema estructural ya que resisten las solicitaciones asignadas al soporte

4.4 Preparar tablas comparativas de las solicitaciones de chequeo en el Sistema Estructural de la Estación de Regulación Primaria.

Se presentan las tablas donde se pueden apreciar los porcentajes en las variaciones de los diversos casos de cargas presentes en la estructura las cuales fueron de utilidad para la verificación de los cálculos requeridos para este análisis.

Tabla 12. Casos de cargas actuales y modificadas

CARGA		ACTUAL (Kgf)	MODIFICADA (Kgf)	% DE VARIACIÓN DE CARGA
ESTABILIZADORAS	Permanente	999,27	1171,54	1,13
	Losa	15120	15120	0
DESTABILIZADORAS	Sísmica	296,475	350,652	1,18
	Eólica	63,06	59,63	-1,05
Variable		1863,98	2295,72	1,23
Montaje o Vacío		864,6	1066,35	1,23
Operación		1554,55	1917,29	1,23
Prueba		1538,12	1898,10	1,23
Ultima		4168,29	5193,96	1,24

Fuente: Autor

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se realizó un levantamiento planialtimétrico mediante visitas al sitio, objeto de estudio para conocer información sobre el comportamiento de la estructura, se efectuó una inspección visual y medición de los miembros, lo que permitió tener un amplio conocimiento acerca de la misma, y así obtener una visión más específica de la situación actual de las estructuras existentes. Por otra parte, no posee la ingeniería formal.
- Se encontraron las solicitaciones en el sistema estructural por acción estática y dinámica, acciones sísmicas y acciones por efectos del viento, dándole cumplimiento a una serie de criterios y acciones especificadas en las normas y se verificaron los parámetros pertinentes a la investigación lo cual es absolutamente necesario en el campo de la Ingeniería Civil.
- Luego de obtener los resultados mediante el modelo del SAP 2000 estos indican que la estructura atrae un ligero porcentaje a fuerzas laterales inducidas por el sismo y viento, lo que hace que los soportes estén en la capacidad de resistir las acciones que puedan actuar en un evento de gran intensidad. Por este motivo se concluyó que no es necesario preparar una propuesta para un nuevo sistema ya que el mismo cumple con los requerimientos de resistencia y seguridad establecidos en las normas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda como práctica diaria mantener bien organizada y detallada toda la información relacionada al proyecto para que esta sea de fácil acceso, y se encuentre disponible a todos los trabajadores del departamento.
- Los esquemas de los soportes deben contener los datos suficientes para que la disciplina civil pueda proceder a su diseño, tales como: coordenadas, indicación del norte, dimensiones, cargas, nombre de las líneas que reposan en el soporte y otros que se consideren pertinentes. Dichos esquemas deben ser remitidos a la disciplina civil.
- Al momento de ejecutar las modificaciones y en las instalaciones existentes, 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.
- Recolectar a tiempo los documentos suministrados por el cliente, y toda la información necesaria para iniciar el desarrollo de la ingeniería, a fin de cumplir con el alcance del proyecto, sin la necesidad de horas extra de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de la Investigación*. (5^{ta} ed.). Caracas: EPÍSTEME.
- ACI 318-14 (2014), *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*, Farmington Hills.
- Covenin-Mindur-Funvisis 1756-91 (2001), *Edificaciones Sismorresistentes*, Caracas.
- Covenin-Mindur 2002-88 (1988), *Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones*, Caracas.
- Torres, H. (2009), *Evaluación Estructural De La Torre De La Basílica De La Merced - Lima – Perú*.
- Pereira, L (2010), *Evaluación De La Capacidad Estructural Del Tanque Elevado De Agua Industrial y Potable De Sidor Ubicado En Matanzas, Estado Bolívar y Adaptada A Las Normas Covenin (1753-2006 Y 1756-2001)*.
- Machado, I. (2009). *Evaluación Del Sistema Estructural De La Unidad De Alquilería*, En El Complejo De Refinación Oriente, Distrito Operacional Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui.
- García, A. (1990). *Proyecto de Estructura e Instalaciones para la sede del cuerpo de bomberos de CORPOVEN, S.A., en Monagas*. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela.
- Hsieh, Yuan-Yu (1973), ***Teoría Elemental de Estructuras (1era Ed.)*** Naucalpan de Juárez, México.

Gil, M. (2005), *Evaluación del comportamiento de la estructura de acero – concreto existente en la unidad de coquificación retardada sometida a nuevas cargas ubicada en un Complejo de Mejoramiento de Crudo*. Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui.

Morocho, F. (2016) *Análisis y Diseño Estructural de un Edificio De Viviendas De Concreto Armado*, Ubicado En El Distrito Miraflores, Provincia De Lima.

Zinn, R. (2007) *Analisis de Flexibilidad en tuberías para el Proyecto Valero de la Refinería de Ardmore*, Sartenejas, Estado Miranda.

Fratelli, M. (1996). *Suelos, Fundaciones y Muros*. Caracas, Venezuela.

Acciones del Viento sobre las Construcciones. COVENIN (2003-89).

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 1/6

TÍTULO	“Evaluación Del Sistema Estructural De Las Estaciones De Trampas De Herramientas Y Erp Para El Suministro De Gas A La Planta Eléctrica Cadafe Ubicada En Anaco, Estado Anzoátegui”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Figuera Yaguare Alcides Jesús	CVLAC: V 20.712.755 E MAIL: afiguera92@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:

Palabras O Frases Claves:

Estructuras
Soportes
Instalaciones existentes

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

ÁREA	SUB ÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Civil

RESUMEN (ABSTRACT):

La presente investigación tiene como finalidad la evaluación del sistema estructural de las estaciones de trampas de herramientas y Estación de Regulación Primaria para el suministro de gas a la planta eléctrica CADAFE ubicada en Anaco, estado Anzoátegui. El análisis y verificación se han realizado mediante el uso del programa SAP 2000 así como cálculos manuales de acuerdo a los requerimientos que establece la Norma ASCE (7-2002) y cumpliendo con los requisitos señalados por el Instituto Americano de Concreto (ACI) 318-14. Para evitar fallas estructurales que pueda presentar la misma a lo largo de su vida útil. Fue aplicada una estructura metodológica conjunta con un tipo de investigación proyecto factible, cuyo diseño fue de campo; utilizando para ello diversas técnicas de recolección de datos entre las que se pueden citar la revisión bibliográfica, entrevistas no estructuradas y observación directa. Con el propósito de obtener los datos necesarios fue necesario diagnosticar la situación actual para realizar la elaboración de la planialtimetría, el análisis estático de toda la instalación, esbozando los planos de detalle y el informe de ingeniería formal para lograr el alcance, verificando la resistencia de la estructura

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail										
Ing. Daniel Cabrera	ROL	CA		AS	X	TU		JU			
	CVLAC	V- 17.421.606									
	e-mail	Danielcabrera@udo.edu.ve									
	e-mail										
Ing. Jonathan Martínez	ROL	CA		AS		TU		JU			
	CVLAC	V- 15.376.400									
	e-mail	Ingmartinezgj@gmail.com									
	e-mail										
Ing. Carlos Cermeño	ROL	CA		AS		TU		JU			
	CVLAC	V- 8.949.906									
	e-mail	Carloscermeno@hotmail.com									
	e-mail										

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2019	06	27
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Evaluación Del Sistema Estructural De Las Estaciones De Trampas De Herramientas Y Erp Para El Suministro De Gas A La Planta Eléctrica Cadafe Ubicada En Anaco, Estado Anzoátegui	Aplicación/msword

Alcance:

Espacial: UNIVERSAL

Temporal: INTEMPORAL

Título O Grado Asociado Con El Trabajo:**Ingeniero Civil****Nivel Asociado Con El Trabajo: Pregrado****Área De Estudio:****Departamento de Ingeniería Civil****Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:****Universidad de Oriente**

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho


Estimado Profesor Martínez:


Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cautara, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,


JUAN A. BOLANOS CUNELE
Secretario



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Martínez*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

**Alcides Figuera
AUTOR**

**Prof. Daniel Cabrera
TUTOR**