



IP-01

Diseño y análisis numérico de una base estructural usada en un paquete de aire

Pablo Andrés Fernández Martínez, Urriolagoitia Sosa Guillermo, Romero Ángeles Beatriz, Urriolagoitia Calderón Guillermo Manuel

RESUMEN

En la industria energética es importante la fabricación de equipos que brindan soluciones integrales y que permitan el cumplimiento de estándares de calidad. El presente trabajo está enfocado en el análisis numérico y diseño mecánico de una base estructural de acero A-36 que será usada en una secadora de aire que se conforma por instrumentos, tubería, filtros y torres llamada secadora; el cual tienen como objetivo eliminar partículas sólidas del aire, aceites, gases y principalmente la humedad, esto es importante y de uso muy común en la industria, al requerir aire seco con ciertas características que demanda la industria.

La estructura y el izaje de este equipo, estará diseñada y analizada mediante en el software ANSYS para verificar si el diseño cumple con los requerimientos de la normativa vigente y la base no se verá comprometida a las cargas aplicadas. A si mismo el análisis numérico se realiza con cargas reales para después esta base sea usada en la industria.

Las estructuras metálicas son importantes en la construcción debido a su resistencia, durabilidad, versatilidad, rapidez en la construcción, sostenibilidad, economía y rentabilidad. Son una opción popular y confiable para una alta gama de aplicaciones en la industria. En la industria es común hacer análisis estructurales y dichos análisis de realizaron en una base.

Durante el análisis estructural, se verificó que el diseño de la base cumpliera con las normativas y estándares relevantes de la industria energética. Esto asegura que la estructura sea segura y confiable en su aplicación.

Se evaluaron los esfuerzos y deformaciones que experimenta la base estructural bajo diferentes condiciones de carga. Esto proporciona información importante sobre la capacidad de la estructura para soportar las cargas aplicadas sin deformaciones excesivas ni tensiones que puedan comprometer su integridad.

ABSTRACT

In the energy industry, is important to manufacture equipment that provides comprehensive solutions and that allows compliance with quality standards. The present work is focused on the numerical analysis and mechanical design of a structural base of A-36 steel that will be used in an air dryer that is made up of instruments, pipes, filters and towers called a dryer; which aim to remove solid particles from the air, oils, gases and mainly moisture, this is important and very commonly used in the industry, as it requires dry air with certain characteristics that the industry demands.

The structure and lifting of this equipment will be designed and analyzed using the ANSYS software to verify if the design complies with the requirements of current regulations and the base will not be compromised by the applied loads. Likewise, the numerical analysis is carried out with real loads for later this base is used in the industry.

Metal structures are important in construction due to their strength, durability, versatility, speed of construction, sustainability, economy, and profitability. They are a popular and reliable choice for a wide range of industrial applications.

During the structural analysis, the foundation design was verified to comply with relevant energy industry regulations and standards. This ensures that the structure is safe and reliable in its application. The stresses and deformations experienced by the structural base under different load conditions were evaluated. This provides important information about the ability of the structure to support the applied loads without excessive deformations or stresses that could compromise its integrity.

Palabras claves: estructura, orejas de izaje, vigas, análisis numérico, base

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista ingenieril, las estructuras están ligadas a la construcción, entendemos por estructura aquella parte de la construcción que soporta un conjunto, es decir, que es capaz de resistir las diversas acciones que actúan sobre ella (peso propio, sobrecargas de uso, viento, movimientos sísmicos, etc.). [1]

Las bases estructurales son los elementos esenciales que soportan y transmiten las cargas de una construcción, asegurando su estabilidad y resistencia a lo largo del tiempo. [2]

El análisis estructural tiene como objetivo fundamental determinar la respuesta de las estructuras cuando estas se ven sometidas a las diferentes acciones que deben soportar durante la construcción y vida útil. básicamente, tensión y deformación a los que la estructura va a estar sometida por efecto de los diferentes estados de carga que se consideran. [1]

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, "Zacatenco". Av. Othón de Mendizábal S/N, Edificio 5, 2do. Piso, Col. Lindavista. Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07320, Ciudad De México, México.

Alumno de posgrado: pfernandezm1400@alumno.ipn.mx,
guiurri@hotmail.com, BROMEROA@ipn.mx, gurriolagoitia@ipn.mx,
olopezg2100@alumno.ipn.mx.





Una base estructural de acero bien diseñada y construida puede brindar una sólida base para la construcción de edificios o estructuras duraderas y seguras.

Las barras que forman las estructuras se denominan según la función que desempeñan y su forma de trabajar. Se denominan como viga a una pieza o barra horizontal, con una determinada forma en función del esfuerzo que soporta. Están sometidas a esfuerzos de flexión. Están constituidas generalmente en acero, hormigón armado, pretensado, y madera. [3]

ANTECEDENTES

Edad de Hierro: Las primeras evidencias de estructuras metálicas se encuentra en la Edad de Hierro, cuando las civilizaciones antiguas utilizaban el hierro como material de construcción para crear estructuras como puertas y vallas. El hierro era un material valioso y duradero que se utilizaba para fortificar edificios y estructuras defensivas. [4]

En la segunda mitad del siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX, llega la Revolución Industrial con esto se comienza a producir el acero en gran escala.

PERFILES DE ACERO

Las vigas de acero se originaron en la Revolución Industrial, cuando el acero comenzó a utilizarse como un material de construcción más eficiente y económico que la madera o la piedra. El proceso Bessemer, patentado por Henry Bessemer en 1855, permitió la producción masiva de acero, lo que lo convirtió en un material accesible para la construcción de estructuras.[5]

Las vigas I de acero se laminaron en estados unidos en 1884 y la primera estructura reticular (el edificio Home Insurance Company de Chicago) fue montado ese mismo año.[6]

El uso de vigas de acero se popularizó rápidamente en la construcción de edificios y puentes en Europa y Estados Unidos. Con el tiempo, se desarrollaron diferentes tipos de vigas de acero, como las vigas en "I" o "H", que tienen una sección transversal en forma de "I" o "H" y son ampliamente utilizadas en la construcción moderna debido a su eficiencia estructural. [7]

En 1896, la Association of American Steel Manufacturers (ahora el American Iron and Steel Institute o AISI) hizo los primeros esfuerzos para estandarizar los perfiles.

En la actualidad, las vigas de acero siguen siendo ampliamente utilizadas en la construcción de edificios, puentes y otras estructuras, debido a sus propiedades mecánicas, eficiencia y versatilidad. Además, se han desarrollado enfoques sostenibles, como el uso de acero reciclado y la construcción en acero de alta resistencia, para reducir el impacto ambiental de la construcción. [8]

DESARROLLO

El objetivo del presente diseño y análisis es examinar el comportamiento de los elementos que conforman la "Base de acero estructural para secadora de instrumentos" durante la maniobra de izaje, el cual se expresa mediante esfuerzos y desplazamientos, para asegurar que dicho comportamiento se encuentra en los rangos aceptables para la normatividad utilizada, así como el diseño del sistema de Izaje. Se pretende mostrar de manera clara

los resultados obtenidos de dicho análisis, incluyendo información técnica que permita interpretar adecuadamente los resultados del mismo.

El análisis de izaje de la "Base de acero estructural para secadora de instrumentos" se realizó como se describe en este trabajo, y está basado en la información técnica aplicable (normas, códigos de diseño y manuales) que se indican en la tabla 1.

Tabla 1.- Información técnica

No.	CÓDIGO/NORMA	DESCRIPCIÓN
1	AISC ASD 9TH Edition	Manual de Diseño de Acero de la American Institute of Steel Construction
2	IMCA 4ta Ed.	Manual de Construcción en Acero – Diseño por Esfuerzos Permisibles, Instituto Mexicano de la Construcción en Acero, A.C.
3	ASME BTH-1	Requisitos y prácticas recomendadas para el diseño, cálculo, análisis, prueba y operación de dispositivos de elevación de carga
4	AWS D1.1/D1.1M:2010	Código de acero para soldadura estructural., American Welding Society.

Para cualquier maniobra de izaje, los cálculos llevados incluyen tolerancias, factores de seguridad, cargas y efectos de carga como se representa a continuación

Se requiere

- El arreglo del izaje
- Numero de grúas y ganchos a usar
- Peso de la estructura
- Geometría del punto de izaje
- Centro de gravedad del sistema

los cuales tendrán como función el dar soporte a los equipos y accesorios, total de peso 4157 kg.

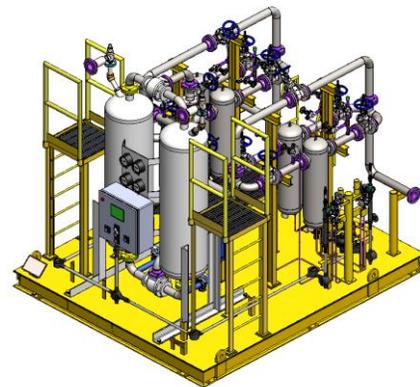


Figura 1.-Isométrico Paquete Secadora de aire.

GENERALIDADES

1.-El análisis será efectuado en ANSYS.



2.-Se ha considerado un sistema de Izaje conformado por cuatro cables de acero de $\varnothing 2''$ conectados a los puntos de izaje de la estructura, los cuales consisten orejas de izaje. A su vez, dichos cables serán soportados por una barra espaciadora, la cual se encuentra sujeta por dos cables más de $\varnothing 2''$ conectados con el gancho de la grúa.

3.-El nodo proporcionado al gancho de la grúa se ha modelado como un apoyo simple, restringiendo sus desplazamientos en (X, Y, Z).

MODELO ESTRUCTURAL

A continuación, se muestra la geometría del modelo empleado para la revisión estructural referente al patín. Se presenta inicialmente el arreglo general del patín, posteriormente el número de juntas y las etiquetas de grupos en los miembros estructurales.

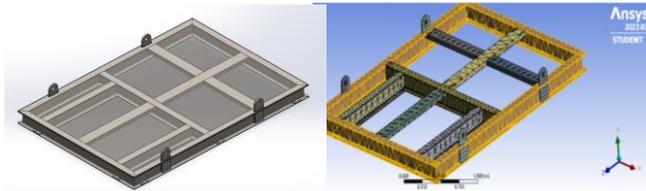


Figura 2.-Isométrico Base Estructural.

El patín estructural está conformado por perfiles W8X13 y canal C 6X13, La carga básica del sistema es el propio peso de los elementos estructurales en este caso 851.19 kg.

En esta sección se muestra la identificación de los nodos que integran el modelo estructural del patín.

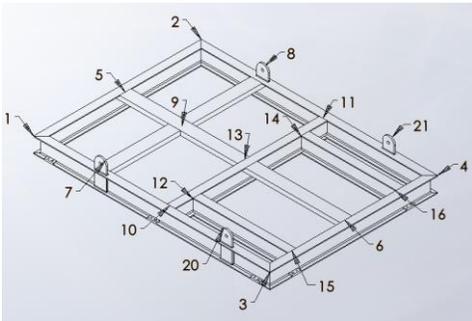


Figura 3.-Identificación de Nodos del Sistema de Izaje.

Al aplicar la masa del sistema de 3305.81 kg, una fuerza de 32397 N, se presentan los resultados obtenidos en el programa computacional de Método de Elemento Finito. Los resultados que se presentan son; deformación total y el esfuerzo de teoría de falla Von Mises (unidades mm).

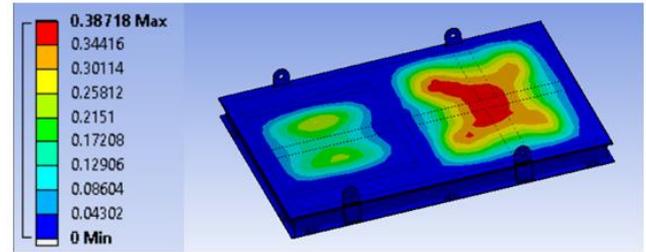


Figura 4. Deformación unitaria total general.

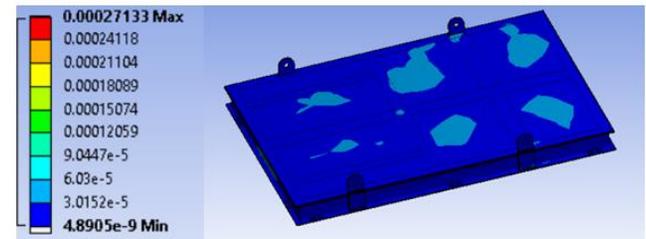


Figura 5. Esfuerzo de teoría de falla de Von Mises.

COMBINACIONES DE CARGA.

La combinación de carga sería el peso total del sistema (4157 kg). Los factores de carga se encuentran calculados conforme a lo indicado el código API-RP-2A-WSD.

Tabla 2.- Factores de carga.

No.	COMBINACION DE CARGA	DESCRIPCIÓN	Factor de Carga
13	CEG	Carga estática del gancho	1.124
14	CDG	Factor de carga dinámica de gancho	1.236
15	CID	Carga de izaje de diseño	1.733
16	CARGA DE IZAJE API RP 2W WSD	Carga de izaje de diseño de acuerdo a API RP 2W WSD	2.0

TENSIONES EN LOS CABLES

A continuación, se presentan los elementos mecánicos obtenidos de las reacciones de los puntos donde estarán ubicadas las orejas y serán conectados a los cables, los cuales se utilizan posteriormente para diseñar las orejas y proponer el diámetro del cable para izaje

Tabla 3.- Tensiones en los cables puestos en las orejas de izaje.

Nodo	L/C	Horizontal Fx Mton	Vertical Fy Mton	Horizontal Fz Mton
7	13 CEG	0	1.557	0
	14 CDG	0	1.727	0
	15 CID	0	2.421	0



	16 CARGA DE IZAJE API RP 2W WSD	0	2.77	0
8	13 CEG	0	1.557	0
	14 CDG	0	1.727	0
	15 CID	0	2.421	0
	16 CARGA DE IZAJE API RP 2W WSD	0	2.77	0
20	13 CEG	0	1.094	0
	14 CDG	0	1.213	0
	15 CID	0	1.7	0
	16 CARGA DE IZAJE API RP 2W WSD	0	1.946	0
21	13 CEG	0	1.094	0
	14 CDG	0	1.213	0
	15 CID	0	1.7	0
	16 CARGA DE IZAJE API RP 2W WSD	0	1.946	0

REVISIÓN DE OREJAS DE IZAJE.

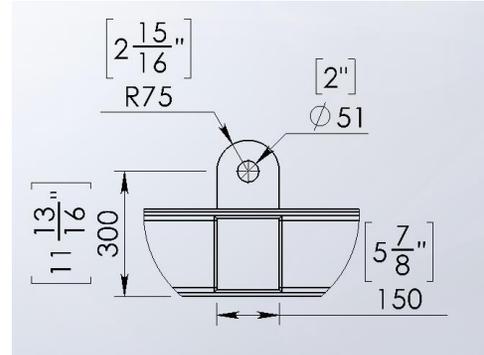


Figura 1.-Detalle de orejas de izaje, placa de 19 mm (3/4") de espesor.

Tabla 2.- Propiedades del acero A-36.

Material base: ASTM A-36			
	ksi	Mpa	Kg/mm2
Esfuerzo por fluencia fy	36	250	25.30
Esfuerzo a la rotura Fu	55	400	40.77

NOMENCLATURA

CEG= Carga estatica del gancho
 CDG = Factor de carga dinamica de gancho
 CID = Carga de izaje de diseño
 Fu =Esfuerzo ultimo a la tension
 Fy =Esfuerzo de fluencia
 Zup=Esfuerzo de fractura por cortante
 Rd= Resistencia por diseño
 Fexx=Resistencia ultima de soldadura
 Ag=area de la seccion transversal
 Ae=Area efectiva
 Aes=Area efectiva de soldadura
 T=Espesor de la oreja
 dh=Diametro del agujero
 dh´=Diametro del agujeron con rebaje de 1/16"
 h=Cateto o filete de soldadura
 ge=Garganta efectiva
 Lst=Longitud de soldadura trnasversal

Tabla 3.- Propiedades del material de aporte.

Material de aporte: E-71T-1			
	ksi	Mpa	Kg/mm2
Esfuerzo ultimo por soldadura	71	490	49.91
Cateto considerado para diseño	6 mm (1/4 in)		

El material de aporte se elije por sus propiedades mecánicas. El E71T-1 pertenece a la categoría de electrodos revestidos con núcleo de flujo, lo que significa que está compuesto por un alambre central (núcleo) recubierto con un material de flujo que se funde durante el proceso de soldadura, formando una escoria protectora que ayuda a proteger el cordón de soldadura del aire y otros contaminantes.

Este tipo de electrodo es ampliamente utilizado en la industria de la construcción naval, la construcción de estructuras metálicas, la fabricación de recipientes a presión y la fabricación de tuberías, entre otros sectores, debido a su alta velocidad de deposición, su capacidad para soldar en todas las posiciones y su buen desempeño en condiciones de soldadura con altos niveles de contaminación, como en la soldadura al aire libre o en ambientes con presencia de viento. [9]



RESULTADOS

Análisis para la resistencia del material.

Resistencia por fluencia debido a la tensión

$$RD1=0.9 \times F_y \times A_g$$

$$A_g = D \times T = 150 \times 19 = 2850 \text{ mm}^2$$

$$Rd1 = 64894.5 \text{ kg}$$

Resistencia por fluencia debido a la tensión

$$Rd2 = 0.75 \times F_u \times A_e$$

$$A_e = (D - A) \times T = (150 - 51) \times 19$$

$$d_h = A = 51 \text{ mm}$$

$$d_h' = 52.58 \text{ mm}$$

$$A_e = 1881 \text{ mm}^2$$

$$Rd2 = 57516 \text{ Kg}$$

Resistencia por desgarramiento cortante:

$$Rd3 = 2 \times L_c \times T \times Z_{up}$$

$$Z_{up} = 0.6 \times F_u = 24 \text{ k/mm}^2$$

$$L_c = (D - d_h') / 2 = 48.71$$

$$Rd3 = 44423.52 \text{ kg}$$

Resistencia de la soldadura

$$Rd4 = 0.75 \times (0.6 \times F_{exx}) \times A_{es} \times (1 + 0.5 \sin(\Theta))^{1.5}$$

$$F_{exx} = 49.91 \text{ kg/mm}^2$$

$$A_{es} = g_e \times L_s = 4 \times 150 = 636$$

$$\Theta = 90^\circ$$

$$g_e = h \times \cos(45^\circ) = 4.24$$

$$L_s = D = 150$$

$$Rd4 = 21426.36$$

Máxima carga de diseño de la Soldadura:

$$RD(\text{min}) = (Rd1, Rd2, Rd3, Rd4) = 21426.36 \text{ kg}$$

Peso requerido por oreja = 2700 kg

Porcentaje de impacto = 25%

Carga a Soportar en la oreja = 3375

Factor de seguridad

$$F.S. = RD(\text{min}) / \text{Carga max} = 21426.36 / 3375 = 6.34$$

F.S. > 5 Ok

CONCLUSIONES.

De los resultados conseguidos durante el análisis de izaje vertical del patín estructural se concluye lo siguiente

1.-El análisis de deformación unitaria total proporciona información sobre en un área que está sometida a tensiones elevadas y puede ser vulnerable a falla, sin embargo, este espacio también se aplicó la carga, siendo en realidad un pasillo libre para operar el equipo, en el análisis de Von mises se determinan que las tensiones no exceden la resistencia del material y la resistencia de la estructura no será vulnerable a una falla.

2.-Las deformaciones máximas de la estructura durante la maniobra de izaje se encuentran dentro de los permisibles., y no provocarán falla en ninguno de los elementos estructurales que conforman el patín.

3.-Las orejas de izaje se han diseñado con la tensión máxima que se presenta, considerando además los factores de seguridad correspondientes, y las relaciones de esfuerzos son menores a la unidad, por lo que su diseño se considera adecuado.

A manera de resumen se puede exteriorizar que de acuerdo los resultados obtenidos del análisis de Izaje y del comportamiento estructural del Skid, serán adecuado en cuanto a esfuerzos en elementos y desplazamientos, cumpliendo con los criterios establecidos en los códigos API RP 2A WSD y AISC ASD 9TH Edition.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] Miguel Cervera Ruiz, Elena Blanco Diaz., Mecánica de estructuras, Ed. CIMNE, pp: 381-382, 2014.
- [2] Jack C. McCorman, Diseño de estructuras de acero, 5ª Edición, Alfaomega, pp 31
- [3] Claudio Giodani, Diego leone, Estructura, UTN
- [4] The Iron Age, Ancient History Encyclopedia
- [5] Bessemer, H. Improved Method of Manufacturing Iron. UK
- [6] Braja M. Das Fundamentos de ingeniería de cimentaciones
- [7] AISC, American Institute of Steel Construction. (2005). Steel Construction Manual, 13th Edition.
- [8] Sustainable Steel Council. (2011). Sustainable Steel Construction: A Guide to Green Building with Steel
- [9] American Welding Society (AWS). (2015). AWS A5.20/A5.20M:2015, Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux Cored Arc Welding. Miami, FL: AWS.

De antemano agradecemos su participación en el evento.

Atentamente

Comité organizador





INFORMACIÓN ACADÉMICA

Pablo Andrés Fernández Martínez: Ingeniero en Sistemas Automotrices egresado de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Estudiante de Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional.

Guillermo Urriolagoitia Sosa: Ingeniero Mecánico de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Adolfo López Mateos “Zacatenco”.

Maestría en Ciencias en Mecánica de la Fractura en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Maestría en Fatiga por Frotamiento Egresado de la Universidad de Oxford Brooks.

Doctorado en mecánica no lineal

Esfuerzos Residuales en la Universidad de Oxford Brooks.

Actualmente Profesor Investigador de la sección de estudios de posgrado e investigación en la escuela superior e ingeniería mecánica y eléctrica del instituto politécnico nacional

Beatriz Romero Ángeles: Ingeniero Mecánico egresada de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Adolfo López Mateos “Zacatenco”.

Maestría en Ciencias en Mecánica no Lineal en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional.

Doctorado en Arresto de Grietas en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Actualmente Profesor Investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del instituto politécnico nacional.

Guillermo Manuel Urriolagoitia Calderón: Ingeniero Mecánico egresada de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Adolfo López Mateos “Zacatenco”.

Maestría en la Universidad Imperial de Londres.

Doctorado en la Universidad Imperial de Londres.

Actualmente Profesor Investigador de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del instituto politécnico nacional.

Cajas de la FESC, por lo cual deberá canjear el original del pago junto con una copia legible de su RFC. Esto debe ser antes de pasar a registrarse al evento ya que se le pedirá el comprobante respectivo.

Firma

