

Artículos | Original

23/02/2016

## Análisis de las acciones variables de viento y nieve en construcciones industriales de pórticos metálicos

Luis Miguel Serna Jara, José Antonio Flores Yepes, Alexandra Baños Foss



*Variables Analysis of Shares by Wind and Snow in Industrial Buildings with Stel Structure*

### RESUMEN

En el presente artículo se realiza el análisis del pórtico tipo a diferente luz de una nave de estructura metálica de perfil laminado y sección constante. Se avalúan los resultados para diferentes situaciones de acciones variables según el Documento Básico Seguridad estructural Acciones en la edificación DB-Ae, del Código Técnico de la edificación (CTe) y más concretamente para la acción del viento a distintas velocidades (26, 27 y 29 m/s) según zona de actuación A, B o C, respectivamente. Además, se analiza la influencia en el resultado de la acción variable de la nieve, en función de la altitud, y si es inferior o superior a 1.000 m sobre el nivel del mar. el cálculo se realiza con herramienta informática de la empresa Cype Ingenieros.

Recibido: 21 de mayo de 2015

Aceptado: 23 de julio de 2015

#### Palabras clave

Pórticos, edificación, naves industriales, viento, nieve

#### ABSTRACT

In this article it is carried out the analysis of the gantry with different intensity of light in a plant with metal laminate structure and constant section. Results for different situations constant section of variable actions are performed according to the Basic Document Security in Building Structural Actions DB-AE, from the Technical Code of Construction (CTE), and more specifically to the action of wind at different speeds (26, 27 and 29 m/s) of action by zone A, B, and C, respectively. Moreover, the other variable load action is snow, depending on the altitude, if lower than 1,000 m above sea level. The tool we use for this will be free software Generador de Pórticos and Metal 3D, from CYPE Ingenieros.

Received: May 21, 2015

Accepted: July 23, 2015

#### Keywords

Gantries, building, industrial plants, wind, snow

#### Introducción

En la actualidad podemos observar que en el ámbito de las construcciones de naves metálicas industriales se realizan mediante pórticos rígidos de sección constante, dejando relegado a un segundo papel la construcción a base de cerchas, solo para casos específicos, como para cámaras de refrigeración, congelación, etc.; pero esto es otro análisis que se puede realizar para posteriores artículos, la idoneidad de utilizar un sistema estructural u otro y, de hecho ya hay estudios sobre la tipología estructural que están en función de criterios de diseño, tipo de uso y presupuesto.

Este análisis trata de ver cómo afectan las cargas variables de viento y nieve que se producen en un pórtico tipo de una nave industrial para distintas situaciones de carga en función del emplazamiento y la cota de nieve.

## Objetivo

El objetivo del estudio que se presenta en este artículo es realizar una comparación en función de los kilos de acero y volumen de hormigón, dado que la evaluación económica depende del precio del acero y hormigón, y el objeto de todo gran proyectista es optimizar los proyectos que diseña. Estos variarán según el emplazamiento, dado que el análisis se realiza para cuatro emplazamientos distintos de España como son Córdoba, Murcia, Santander y Ávila.



Figura 1. Pórtico tipo empleado en el estudio.

**Figura 1. Pórtico tipo empleado en el estudio.**

## Métodos

### Diseño de la estructura

Los parámetros dimensionales del pórtico que se han fijado son: la altura de pilar (8 metros) y la pendiente (10%). Las luces de los pórticos serán variables, se realizará el estudio para luces de 10, 20, 30 y 40 metros, como se muestra en la figura 1.

La cubierta se ha considerado una cubierta tipo panel sándwich. Las correas que sustentan la cubierta se han considerado de acero conformado en frío, de la serie ZF, por ser mejor su relación resistencia/peso. El pórtico se ha dimensionado con perfiles laminados de sección constante de la serie IPE, porque es la serie que, para un mismo peso, proporciona una mayor resistencia en su plano fuerte. Los dinteles se han acartelado en aquellos casos en los que se conseguía una reducción del perfil.

Emplazamiento	Temperatura media anual (°C)	Temperatura máxima anual (°C)
Córdoba	14	21
Murcia	16	23
Santander	12	19
Ávila	11	18

**Tabla 1. Emplazamiento del pórtico tipo**

Acción	Valor	Acción	Valor
Resistencia	Resistencia	Resistencia	Resistencia
Desplazamiento	Desplazamiento	Desplazamiento	Desplazamiento

**Tabla 2. Acciones constantes consideradas para el cálculo del pórtico tipo**

Acción	Valor	Acción	Valor
Resistencia	Resistencia	Resistencia	Resistencia
Desplazamiento	Desplazamiento	Desplazamiento	Desplazamiento

**Tabla 3. Parámetros de la acción variable de viento**

Acción	Valor	Acción	Valor
Resistencia	Resistencia	Resistencia	Resistencia
Desplazamiento	Desplazamiento	Desplazamiento	Desplazamiento

**Tabla 4. Parámetros de la acción variable de nieve**

Emplazamiento	Coeficiente de estado límite último de rotura del hormigón
Córdoba	1,00
Murcia	1,00
Santander	1,00
Ávila	1,00

**Tabla 5. Coeficientes de estado límite último de rotura del hormigón**

Emplazamiento	Coeficiente de estado límite último de rotura del hormigón en cimentaciones
Córdoba	1,00
Murcia	1,00
Santander	1,00
Ávila	1,00

**Tabla 6. Coeficientes de estado límite último de rotura del hormigón en cimentaciones**

Tabla 7. Coeficientes de estado límite último de rotura del acero laminado			
	Resistencia	Desplazamiento	Rotura
Resistencia última	1.00	1.00	1.00
Desplazamiento último	1.00	1.00	1.00
Rotura última	1.00	1.00	1.00

Tabla 7. Coeficientes de estado límite último de rotura del acero laminado

Tabla 8. Coeficientes de desplazamiento		
	Resistencia	Desplazamiento
Resistencia última	1.00	1.00
Desplazamiento último	1.00	1.00
Rotura última	1.00	1.00

Tabla 8. Coeficientes de desplazamiento

Tabla 9. Límite de deformaciones	
Estado límite	Límite
Resistencia última	1.00
Desplazamiento último	1.00
Rotura última	1.00

Tabla 9. Límite de deformaciones

Tabla 10. Resultados de correas de cubierta

Tabla 11. Resultados de perfiles estructurales

Tabla 12. Resultados de cimentación

Los cerramientos de la nave se consideran a base de placas prefabricadas de hormigón que descansarán sobre la viga de atado de zapatas de cimentación. Estas placas arristrarán el pilar a pandeo, es decir, estas placas limitarán la capacidad de pandeo del pilar, transmitiéndole los esfuerzos de viento que recibe.



La cimentación se realizará mediante zapatas rectangulares excéntricas.

## Acciones y parámetros considerados en el cálculo

Para el estudio del pórtico tipo a distintas luces y emplazamientos, se considerará una nave de 25 m de profundidad y una separación entre pórticos de 5 m. El pórtico objeto de estudio se ha ubicado en distintas zonas geográficas de España, así como en distintas cotas sobre el nivel del mar; en la tabla 1 se relacionan las zonas consideradas.

Los parámetros de cálculo de la acción variable de viento a las que se someterá el pórtico según DB-AE del CTE se detallan en la tabla 3.

Los parámetros de cálculo de las acciones variables de nieve a las que se someterá el pórtico según DB-AE del CTE, se detallan en la tabla 4.

Para una categoría de uso G, según el DB-SE, cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento las combinaciones de acciones para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes que utilizar se presentan en las tablas 5 a 9.

## Software utilizado para el cálculo

Para el cálculo de las correas metálicas de cubierta se ha empleado el generador de pórticos de CYPE, y para el cálculo de las secciones de pilares y dinteles del pórtico tipo, así como la cimentación, se ha empleado el METAL 3D de CYPE, versión libre.

## Conclusiones

A la vista de los resultados se puede apreciar que para la zona eólica A, para luces, por ejemplo, de 10 m se produce un incremento en el peso de las correas de cubierta del 6% con respecto a la cota de nieve inferior y superior de 1.000 m. Para la siguiente luz de 20 m, para la misma zona eólica se produce un incremento del 9,42% en el peso de las correas. Con respecto al peso del pórtico tipo, se puede observar que para luces de 10 m, las acciones variables de viento y nieve no influyen prácticamente (801,34 kp). Para luces de 20 m se puede apreciar que se produce un incremento no por zona eólica, sino por la cota de nieve superior a 1.000 metros, en un 6%. Para luces de 30 m, la influencia de la carga de viento es más apreciable (zona C, Santander) que respecto a la carga variable de nieve. Con respecto a la luz de 40 m, para el análisis que hemos realizado de las tres ciudades en cuestión se aprecia que los perfiles son idénticos.

Como apreciación, se puede observar que para la ciudad de Ávila, los perfiles son superiores a la ciudad de Córdoba, que es de zona eólica idéntica para todas las luces del pórtico tipo. Eso es debido a su altitud topográfica por encima de los 1.100 m.

Con respecto a las limitaciones de este estudio, se debería realizar con otro *software* de análisis de estructuras, como metalpla, tekla, autodesk robot, etc. para corroborar los resultados obtenidos.

## Bibliografía

Código Técnico de la Edificación, CTE, RD 314/2006 CYPE (2010). *Software* Generador de pórticos y Nuevo Metal 3D. CYPE Ingenieros.

EHE 08. *Instrucción de Hormigón Estructural*. Ministerio de Fomento.

Flores Yepes, J. A. (2011). *Análisis de Estructuras Metálicas*. AMV Ediciones ISBN 978-84-96709-63-8.