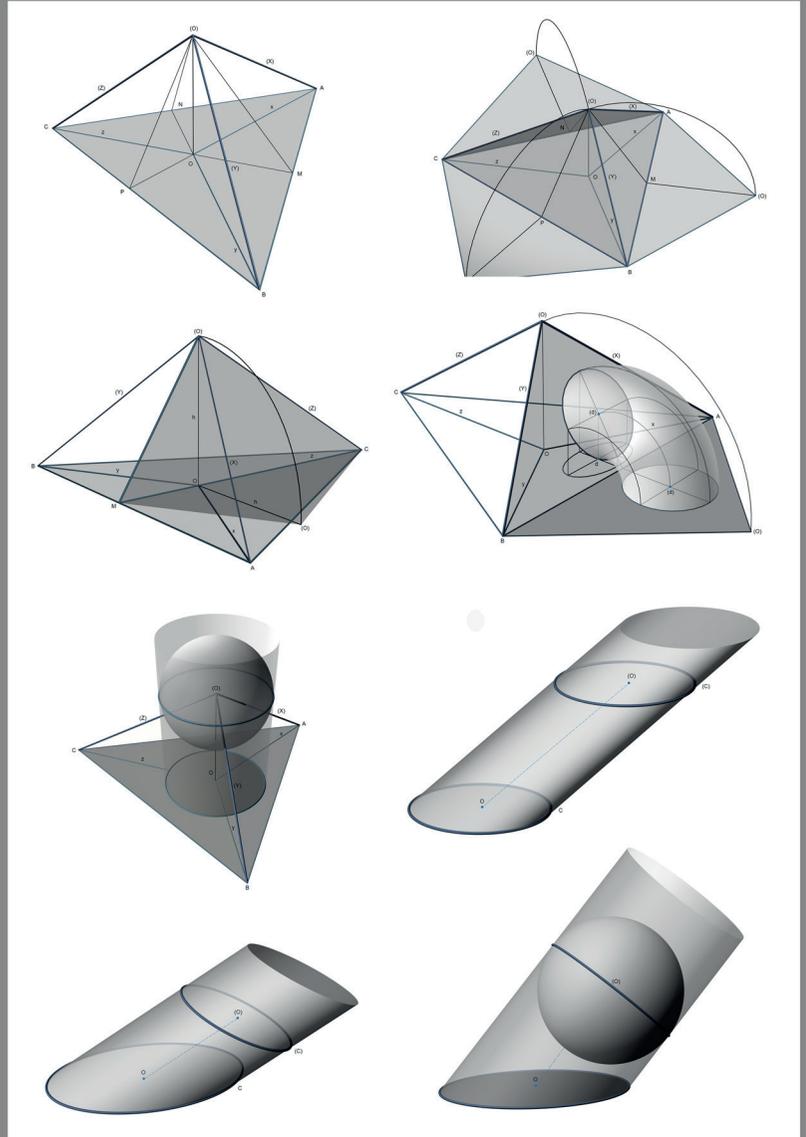


# AXONOMETRÍA ORTOGONAL Y OBLICUA



Julio Albert Ballester  
Javier Albert Pardo

Julio Albert Ballester  
Javier Albert Pardo

# **Axonometría ortogonal y oblicua**

EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Colección *Académica*

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento Expresión Gráfica de la Universitat Politècnica de València

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita:

Albert Ballester, J. y Albert Pardo, J. (2017). *Axonometría ortogonal y oblicua*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

© Julio Albert Ballester  
Javier Albert Pardo

© 2017, Editorial Universitat Politècnica de València  
distribución: [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es) / Ref.: 0629\_03\_01\_01

Imprime: Byprint Percom, sl

ISBN: 978-84-9048-642-9  
Impreso bajo demanda

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo [edicion@editorial.upv.es](mailto:edicion@editorial.upv.es).

Impreso en España

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS AXONOMÉTRICOS	7
AXONOMETRÍA ORTOGONAL	9
DOBLE PROYECCIÓN	10
TRIÁNGULO DE TRAZAS	14
ESCALAS AXONOMÉTRICAS	18
ABATIMIENTO DE UN PLANO PROYECTANTE QUE CONTIENE A UN EJE	24
ESTUDIO TRIEDRO TRIRRECTÁNGULO	28
TIPOS DE AXONOMETRÍAS	34
PERSPECTIVA DE LA CIRCUNFERENCIA	44
PERSPECTIVA DE LA ESFERA	58
TEOREMA DE SCHOLÖMILCH-WAISBACH	62
FORMAS DE DETERMINACIÓN DE UN SISTEMA AXONOMÉTRICO	66
FASES CONSTRUCTIVAS DE UNA PERSPECTIVA	
Con medios manuales	70
Con medios informáticos	74

AXONOMETRÍA OBLICUA	79
DOBLE PROYECCIÓN	80
PROYECCIÓN DEL TRIEDRO. MEDICIONES	84
TIPOS DE AXONOMETRÍA	88
INFLUENCIA DE LA DIRECCIÓN DE PROYECCIÓN	90
PERSPECTIVA DE LA CIRCUNFERENCIA	92
PERSPECTIVA DE LA ESFERA	100
FASES CONSTRUCTIVAS DE UNA PERSPECTIVA	
Con medios manuales	104
Con medios informáticos	106
BIBLIOGRAFÍA	111

## INTRODUCCIÓN

Expresar la tridimensionalidad de los objetos sobre la superficie plana del papel o cualquier otro soporte es la mayor dificultad con la que nos encontramos a la hora de su representación gráfica y a la que la Geometría Descriptiva se enfrenta y trata de solventar mediante los diferentes Sistemas de Representación.

La simple propuesta inicial de representar en el plano las formas espaciales conduce inexorablemente a la deformación de las figuras; es evidente que transponer una figura de tres dimensiones a las dos dimensiones del plano, obliga a cambiar su forma real. La cuestión inmediata es la consideración del grado de lectura o identificación entre representación y forma en la figura resultante. (Sánchez, 1997: 46)

La geometría descriptiva constituye, como sabemos, una de las geometrías existentes. Su objeto: estudiar en el plano aquello que ocurre en el espacio, representándolo. La materialización gráfica de los entes geométricos, con sus propiedades, relaciones..., situación espacial... en el plano, actúa, pues, como equivalente o sustitutiva del objeto real ante la imposibilidad de que todos los elementos mantengan la misma forma y tamaño de aquel. (Alau, Domínguez, Gómez, González e Ibáñez, 1978: 223)

La necesidad de especialización y de personal con sólida formación que implicó la revolución industrial motivó el final de la tradición gremial de la formación de aprendices, en favor de una enseñanza escolar o “profesionalizada”. La sistematización de los conocimientos que se lleva a cabo en estas escuelas pronto fructifica. Un alumno de la escuela de *Ponts et Chaussés*, Gaspar Monge, fundó en 1794 (por orden de Napoleón) *L'École Polytechnique*. En su libro “*Geometrie Descriptive*”, que resumía las lecciones que dictaba, Monge generaliza los métodos de proyecciones y secciones a fin de conseguir la representación y el análisis de objetos tridimensionales en el plano.

La obra de Monge ejerció una gran influencia en el desarrollo tecnológico de siglo XIX, devolviendo a la geometría el protagonismo que había perdido. Desde entonces, su obra se fue difundiendo, con dificultades iniciales debido a su clasificación como secreto militar, llegando a ser materia de estudio en las Escuelas Técnicas de todo el mundo.

Quizá trabajando en paralelo, o quizá intentando solucionar la dificultad de interpretación del sistema de Monge, el reverendo William Farrish desarrolla un método de representación alternativo, que presenta en 1822 en su libro “*On Isometrical Perspective*”<sup>1</sup>. En 1873 y 1879 aparecen en España las primeras publicaciones: las lecciones de Elizalde<sup>2</sup> y la Axonometría de Torroja.

---

1 Es de destacar que Farrish llegara a plantear la axonometría como una perspectiva a una distancia de visión infinita.

2 Compendio de dos tomos sobre Geometría Descriptiva donde ya trataba la Axonometría y sus aplicaciones. Su aportación más importante fue la simplificación del Sistema Diédrico; se le puede considerar uno de los precursores del Sistema Diédrico directo continuando la línea concebida en 1908 por Adam. V. Millar en un curso del verano de 1908 en la universidad de Wisconsin.

La proyección axonométrica resulta de vital importancia cuando se precisa representar figuras geométricas planas que posteriormente se desarrollan en tres dimensiones, ya que evita la doble lectura propia del sistema diédrico o la lectura complicada de una imagen bidimensional que nos ofrece el sistema de planos acotados.

Con este método se logra la representación de una imagen única del cuerpo, al contrario de lo ocurrido en las proyecciones diédricas y triédricas ya descritas y en las que las representaciones parciales y separadas del sólido no consienten su visualización global, su total conocimiento. Caso particular de este tipo de proyección, la *perspectiva caballera* incorpora características de legibilidad y comprensión muy estimables. (Alau *et al.*, 1978: 229)

El valor descriptivo del sistema axonométrico es limitado, ya que las operaciones con este sistema resultan muy complejas, pero es muy útil para representar con rigor cualquier cuerpo a través de una única imagen.

Los sistemas diédrico y acotado dan imágenes en general bidimensionales que son distintas de las visuales, con su consiguiente dificultad de identificación, pero no ofrecen lugar a confusión en su planteamiento, debido a que sólo hacen alusión al tema espacial y a sus propios planos de referencia que pasan a a ser los planos en que se realiza el dibujo. Contrariamente las imágenes tridimensionales de la axonometría y la perspectiva son de fácil identificación. (Sánchez, 1997: 93)

Esta identificación racionalizadora entraña una abstracción, en la que los elementos de la forma se ordenan cartesianamente, análogamente a como se produce en la perspectiva axonométrica. Puede de este modo establecerse un proceso cognoscitivo, que se inicia con la visión cónica y que conduce a la comprensión en imagen axonométrica. (Sánchez, 1997: 45)

No se trata pues de un sistema que contribuya a tener una visión “perceptiva” del espacio, sino de un sistema cognoscitivo que nos ayuda a conocer los objetos en su globalidad y nos aporta una visión intelectual. Ofrece la posibilidad de dibujos rápidos, a modo de bocetos, que pueden ayudarnos para la resolución de problemas geométricos en otros sistemas como el diédrico.

En la presente publicación pretendemos un tratamiento global de las perspectivas axonométricas en sus variantes ortogonal y oblicua, incidiendo en sus fundamentos, tipos, construcciones y aplicaciones, tanto con los medios tradicionales del dibujo como mediante los procedimientos informáticos.

En ella el lector encontrará varias referencias a unas publicaciones de los propios autores que bajo el título genérico de Geometría para la Arquitectura (2010, 2014) han incidido en la aplicación de los Sistemas de Representación a la arquitectura y en el estudio de las superficies y los volúmenes de la obra arquitectónica.

## FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS AXONOMÉTRICOS

Las radiaciones cilíndricas utilizadas por los Sistemas de Representación están formadas por un conjunto de rayos paralelos entre sí que pasan por los puntos de los objetos; este conjunto de rayos al intersecar con un plano conforma las proyecciones cilíndricas.

La propuesta renacentista de perspectiva artificial contiene el principio racionalizador de la representación, que al mismo tiempo es la operación básica de la geometría proyectiva: proyección desde un punto y sección de la radiación proyectante por un plano. Cuando el vértice de proyección es un punto propio, la figura proyectada en el plano de representación,- "cuadro"- es una *perspectiva cónica* o "vista desde un punto", denominada usualmente "perspectiva lineal". Si el vértice de proyección es un punto impropio, la figura obtenida es una *perspectiva cilíndrica* o "vista desde una dirección", denominada usualmente "perspectiva axonométrica"; la dirección de proyección puede ser ortogonal u oblicua con respecto al plano de representación, con resultados claramente diferenciados. (Sánchez, 1997: 36)

Con las proyecciones cilíndricas se obtienen imágenes deformadas, pero direccionales y uniformes, manteniendo el paralelismo y proporcionalidad entre espacio y plano. Sus imágenes nos facilitan la lectura formal en cuanto a las relaciones espaciales, lectura comprensiva a través de una información mensurable de sus dimensiones, pero que no establece una relación entre el observador, situado en el infinito, y el espacio representado.

Las proyecciones ortogonales son las más capacitadas para dar figuras con abundante información métrica. En este sentido, las proyecciones oblicuas están cercanas a ellas y las cónicas quedan claramente distanciadas.

Las figuras espaciales, en general, se deforman con la proyección. No obstante, las proyecciones ortogonales son las que dan a sus figuras deformaciones más controlables perceptivamente.

A todo ello debe añadirse, como consecuencia del vértice de proyección, que las proyecciones cónicas son las únicas que establecen una clara relación entre el observador y el espacio representado. (Sánchez, 1997: 41)

Los Sistemas Axonométricos, al igual que el Sistema de Planos Acotados y el Sistema Diédrico, utilizan las proyecciones cilíndricas y por ello tienen entre sus características las que se derivan de las mismas. "Las imágenes de la representación geométrica tienen características bien diferenciadas, que son consecuencia del procedimiento empleado en la proyección" (Sánchez, 1997: 37).

Estas características son:

- Tienen un centro impropio.
- Unidireccionalidad.
- Paralelismo.
- No posicionables físicamente.

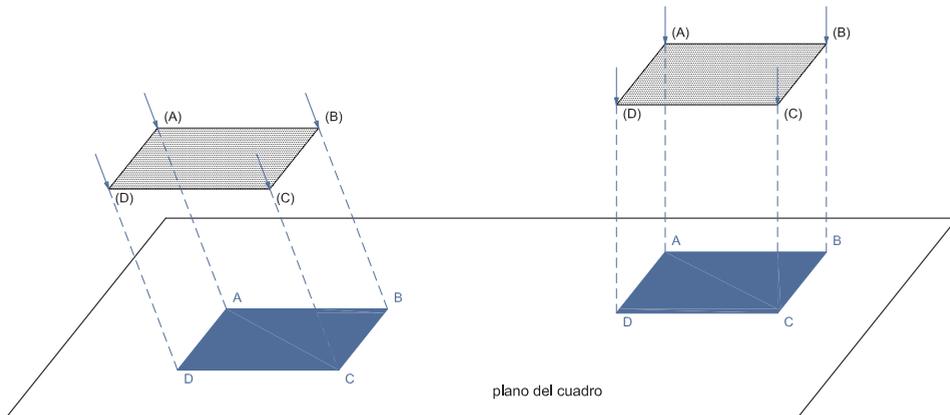
La posición del plano que recibe la radiación y sobre el que se manifiesta la proyección puede ser ortogonal u oblicua con respecto a la radiación, dando lugar a la axonometría ortogonal o a la oblicua. Dadas las peculiaridades de la proyección cabe esperar una representación con las siguientes características:

Objetiva.

Con una deformación direccional y uniforme.

Con imágenes semejantes.

Y en el caso de la axonometría oblicua con una deformación creciente al aumentar la oblicuidad.



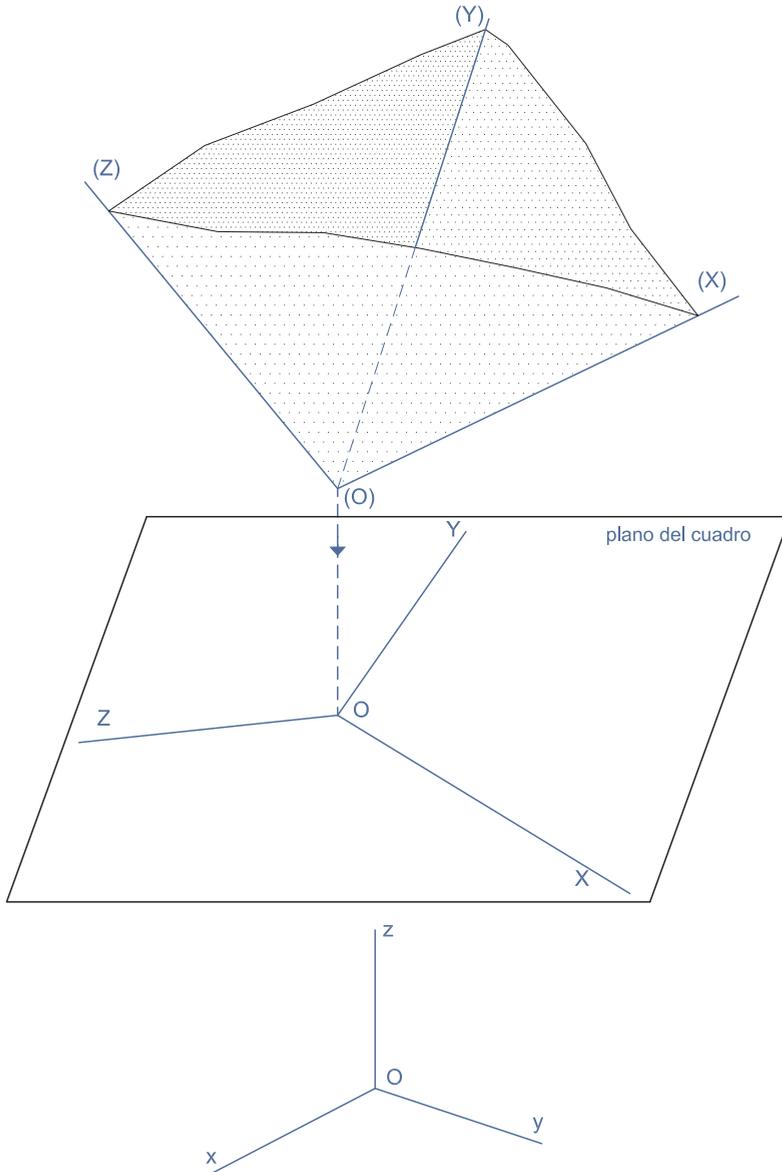
Los Sistemas Axonómétricos tienen como elementos de referencia cuatro planos: un triedro trirrectángulo y un plano del cuadro que le añade cierta dificultad al procedimiento. Como bien expresa Sánchez (1997) “su organización es intrínsecamente más compleja porque introduce un plano de representación, o cuadro, que generalmente es ajeno al tema espacial.” (93)

La geometría descriptiva, geometría del espacio relacionada o “proyectada sobre el plano” puede dibujarse a través de los diferentes sistemas de representación. Estos sistemas se basan tanto en la naturaleza de la proyección como en la disposición espacial de los planos de proyección. (Alau *et al.*, 1978: 224)

La axonometría ortogonal utiliza en su sistematización una doble proyección cilíndrica ortogonal, primero sobre los planos del triedro y, posteriormente, sobre el plano del cuadro. En la axonometría oblicua, la proyección sobre los planos del triedro es ortogonal y sobre el plano del cuadro oblicua.

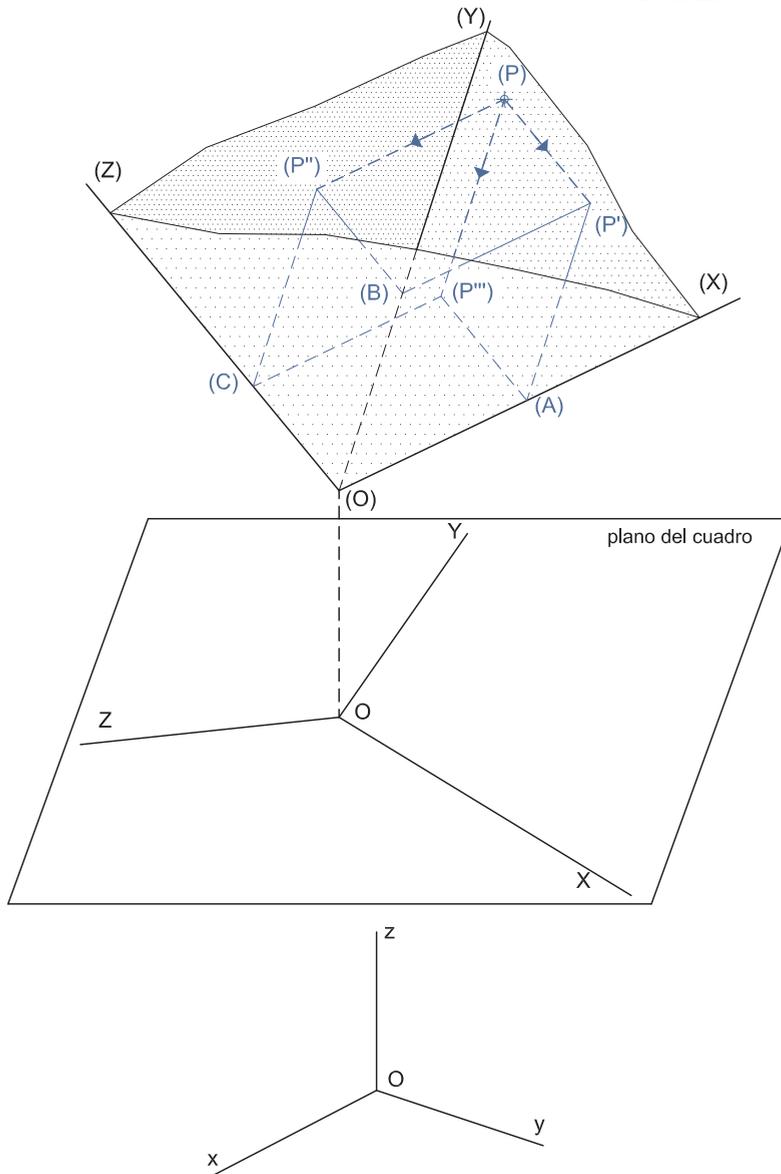
## AXONOMETRÍA ORTOGONAL

DOBLE PROYECCIÓN



Los elementos del sistema son un triedro trirrectángulo en el espacio, constituido por tres planos que se cortan ortogonalmente según tres rectas que constituyen los ejes del triedro, y un plano, que se denomina plano del cuadro, tal que no sea paralelo a ninguno de los ejes. Sobre dicho plano se proyectan, en dirección ortogonal al plano, los ejes del triedro.

## DOBLE PROYECCIÓN



Para representar un punto  $(P)$  situado en el espacio, este se proyecta ortogonalmente sobre los tres planos del triedro trirectángulo. La proyección de  $(P)$  sobre el plano  $(X)$   $(Y)$ ,  $(P')$ , sigue la dirección paralela a  $(Z)$ , la proyección de  $(P)$  sobre el plano  $(Z)(Y)$ ,  $(P'')$ , sigue la dirección paralela a  $(X)$  y la proyección de  $(P)$  sobre el plano  $(Z)(X)$ ,  $(P''')$ , sigue la dirección paralela a  $(Y)$ . Obsérvese el paralelepípedo formado sobre el triedro.

**Para seguir leyendo haga click aquí**