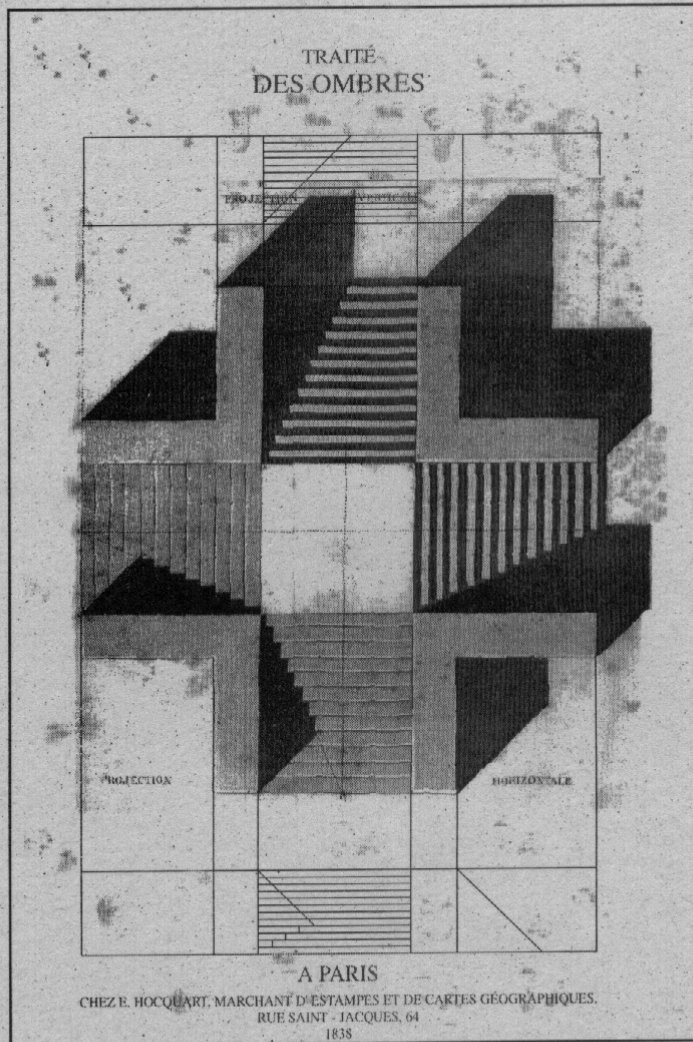


TRAZADO DE SOMBRAS

SISTEMA DIÉDRICO ORTOGONAL

CATEDRA DE EXPRESION GRAFICA



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA FACULTAD DE ARQUITECTURA
INSTITUTO DE DISEÑO



MANUAL DE TRAZADO DE SOMBRAS SISTEMA DIÉDRICO ORTOGONAL

CÁTEDRA DE EXPRESIÓN GRÁFICA

El desarrollo del tema se basa en la presentación de una serie de ejemplos que no intenta abordar todas las situaciones posibles, sino más bien, ejemplificar aquellos casos que se consideran más relevantes y comunes en el quehacer dibujístico de la representación de la Arquitectura, y a partir de los cuales puedan deducirse otros.

Los ejemplos fueron secuenciados de acuerdo a su complejidad creciente.

No obstante, cada uno propone un problema diferente y puede ser abordado aisladamente del resto, de acuerdo al nivel de conocimientos del estudiante.

A los efectos de facilitar su lectura y comprensión, se redujo cada ejemplo a la mínima expresión de sus componentes geométricos punto, línea y superficie-despojándolo de su contexto arquitectónico y de cualquier contenido funcional. Aún los ejemplos que más se aproximan a constituir un "objeto arquitectónico" (ejs. 11, 12, 13, 24, 25, y 26), conservan cierto carácter de generalidad y abstracción que los aleja de cualquier referencia concreta.

Será la imaginación del lector la que descubra y asigne a cada ejemplo presentado, la Obra o las Obras de Arquitectura en las que éste se encuentre presente y con las que aquél se identifica.

Sólo con el propósito de ilustrar esta posibilidad, se introducen algunos ejemplos, sin que esto signifique preferencia por modelos o lenguajes arquitectónicos determinados.

Para ayudar a comprender algunos casos ejemplificados, su representación en el Sistema Diédrico Ortogonal es acompañada de la representación axonométrica.

No se fue riguroso en el uso de una nomenclatura especial; ésta es arbitraria.

Se le asignaron letras o números a los diferentes elementos geométricos sólo para hacer posible la explicación textual del procedimiento seguido.

Cuando se utilizaron letras, se conservó el criterio de nombrar a los puntos con letras mayúsculas, a las líneas con letras minúsculas y a los planos con letras del alfabeto griego.

Las modificaciones realizadas a este criterio sólo intentan simplificar la explicación o el dibujo.

En algunos casos se reiteró la nomenclatura a los efectos de que no surgieran dudas en cuanto a la ubicación del objeto representado. Así resulta redundante expresar $S'A(PH)$ sombra arrojada por el punto A sobre el Plano Horizontal-pues es suficiente escribir $S'A$.

Para simplificar la expresión lineal del dibujo, se optó por expresar todas las líneas con trazo continuo. No se aplicó la norma que estipula los siguientes códigos:

Línea llena: arista proyectada

Línea de trazos: arista oculta

Línea de trazos y puntos: arista ubicada sobre el plano de proyecciones.

También se expresaron con trazo continuo más fino, las líneas proyectantes auxiliares.

Uno de los objetivos de la representación gráfica de un objeto es el de dar la información necesaria para poder conocer y reconocer a dicho objeto. Como se vio en capítulos anteriores*, la representación de un objeto tridimensional como el arquitectónico, a través de un medio bidimensional como el gráfico, está sujeta a convenciones sistematizadas que constituyen los **SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN** bidimensional.

El SISTEMA PERSPECTIVO CENTRAL muestra a los objetos prácticamente igual a como los vemos, pero sus dimensiones y proporciones sufren deformaciones por efecto de la perspectiva.

En el SISTEMA DIÉDRICO ORTOGONAL los objetos se representan tal como son en la realidad, sin sufrir deformaciones excepto la reducción o ampliación proporcional de sus dimensiones reales a través de la convención de la escala. Este Sistema tiene el inconveniente de que según la complejidad del modelo, se necesitan muchas representaciones del objeto para su total comprensión.

La PERSPECTIVA PARALELA reúne las ventajas de los dos Sistemas anteriores, pero la representación del objeto también es parcial. Resulta adecuada para representar la volumetría exterior, pero no para la representación del espacio interior.

* CAPÍTULOS DE EXPRESIÓN GRÁFICA, "El Dibujo Arquitectónico" y otros.

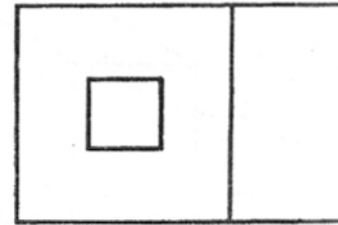
EL TRAZADO DE SOMBRAS COMO HERRAMIENTA GRÁFICA PARA LA DEFINICIÓN DEL OBJETO TRIDIMENSIONAL

La única representación del objeto a través de su proyección horizontal es insuficiente para comprender sus características formales. Figura A Esa única representación podría dar lugar a diferentes interpretaciones, es decir, podría corresponder a diferentes objetos, algunos de los cuales se encuentran representados en los dibujos Aa, Ab y Ac.

Si en la proyección horizontal del dibujo A se trazan las sombras correspondientes a un rayo luminoso convencional, la expresión resultante ayudará a comprender las características del objeto representado; dibujos Aa1, Ab1 y Ac1.

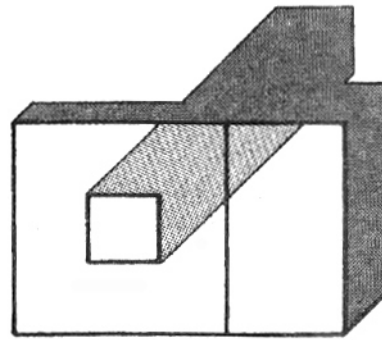
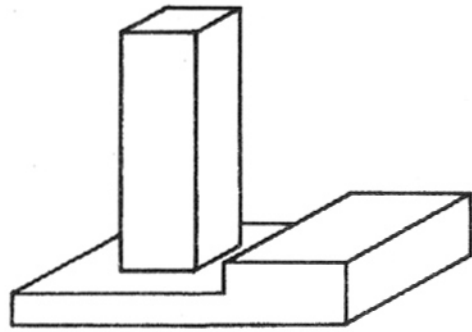
El objetivo fundamental del trazado de sombras en el Sistema Diédrico Ortogonal es enriquecer la información acerca de las características tridimensionales del objeto que se representa.

Figuras A, Aa, Ab, Ac, Aa1, Ab1, Ac1



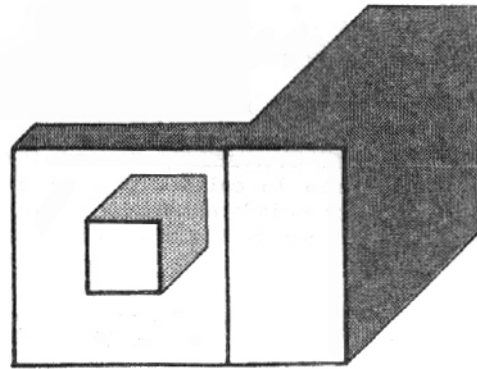
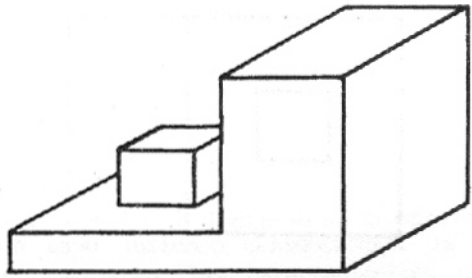
A

Aa



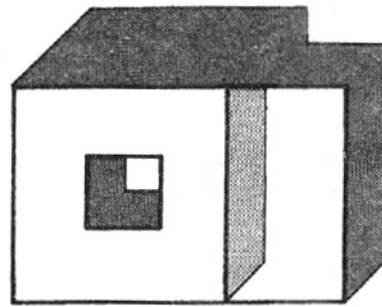
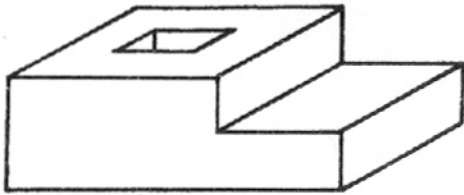
Aa1

Ab



Ab1

Ac



Ac1

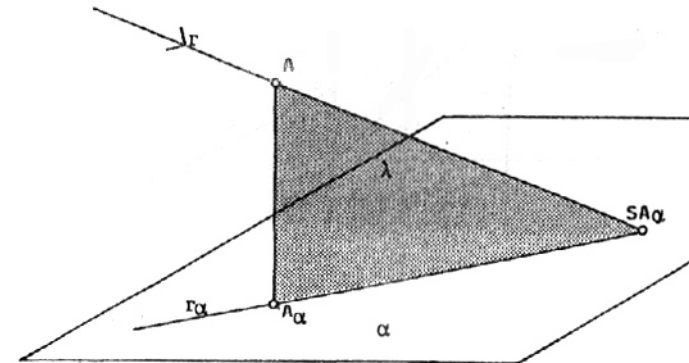
LA EXPRESIÓN DE LA SOMBRA EN LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA, COMO APROXIMACIÓN A LA IMAGEN REAL DEL OBJETO.

Todos los objetos en general y el arquitectónico en particular, se perciben visualmente se hacen visibles- cuando están iluminados. La calidad y cantidad de luz y el modo de incidencia en el objeto modifican los niveles de iluminación de sus superficies, la intensidad y dimensión de las sombras propias y arrojadas, alternando la apariencia del objeto ante los ojos del observador.

Calidad y cantidad de luz Luz directa y reflejada.

Para la expresión del claroscuro, de las texturas y del color, debemos tener en cuenta la calidad y cantidad de la luz recibida por el objeto, directa e indirectamente, considerando el origen de la fuente luminosa y las características del entorno inmediato.

Para el estudio que nos proponemos realizar en este Capítulo, sólo consideraremos la fuente de luz directa llamada FOCO LUMINOSO. Según la ubicación del FOCO LUMINOSO con respecto al objeto, podrá ser considerado FOCO LUMINOSO artificial o FOCO LUMINOSO natural. Un objeto cualquiera es iluminado directamente desde la fuente luminosa iluminación directa- y por medio de la luz reflejada por los objetos que se encuentran en su proximidad y que se transforman en focos luminosos secundarios iluminación indirecta-.



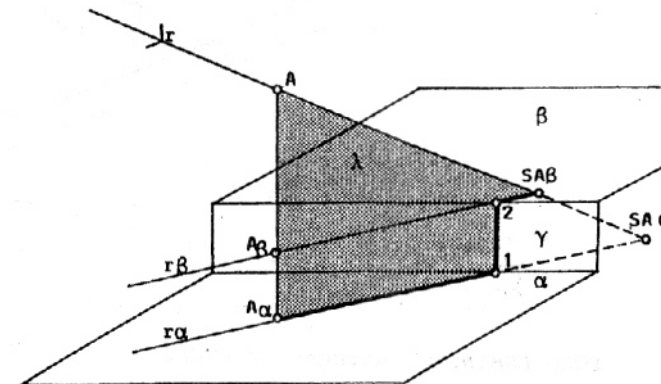
SOMBRA ARROJADA POR EL PUNTO A SOBRE EL PLANO HORIZONTAL α

La sombra $Sa\alpha$ del punto A sobre el plano α , es la intersección con dicho plano del rayo luminoso r que pasa por el punto A. Para hallarla, se traza la proyección ortogonal $A\alpha$ del punto A sobre el plano α .

Por ésta se traza la proyección $r\alpha$ del rayo luminoso r en el plano α . El rayo luminoso y su proyección en el plano α , definen el plano de luz λ que es vertical por contener al segmento vertical $AA\alpha$.

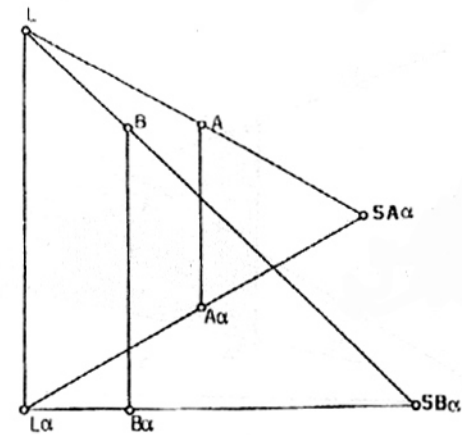
La sombra $SA\alpha$ del punto A sobre el plano α se encuentra en la intersección de r y $r\alpha$.

Nótese que la sombra arrojada por el segmento $AA\alpha$ sobre el plano α , es el segmento $A\alpha SA\alpha$ pues la sombra de $A\alpha$ sobre el plano α coincide con el punto $A\alpha$.



Para hallar la sombra $SA\beta$ del punto A sobre el plano β , se procede de la misma manera que en el caso anterior. Deberá hallarse, primeramente, la proyección ortogonal del punto A sobre el plano β . El plano β es horizontal.

Nótese que la sombra arrojada por el segmento $AA\alpha$ sobre los planos α , γ y β es el segmento quebrado $A\alpha 12SA\beta$. Dicha sombra es la intersección del plano de luz λ que contiene al segmento $AA\alpha$ con los planos α , γ y β . Si el plano γ es vertical, el segmento 12 de la sombra es también vertical y paralelo al segmento $AA\alpha$.



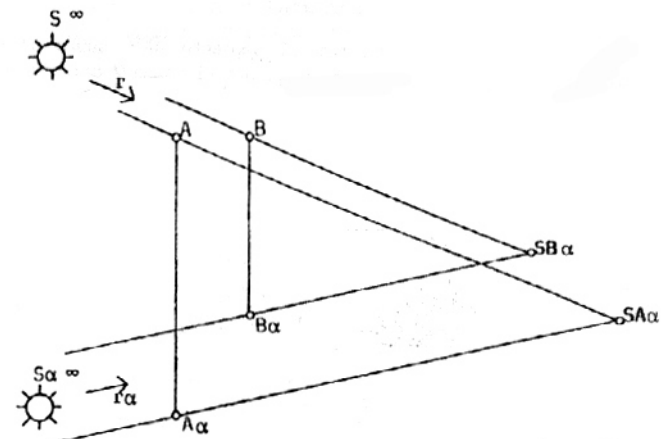
FOCO LUMINOSO "ARTIFICIAL" PUNTUAL

Corresponde a una luz artificial y la posición del Foco Luminoso es relativamente próxima al objeto.

En el Sistema Diédrico Ortogonal se representa por sus proyecciones vertical y horizontal L'' y L' .

La característica fundamental de este tipo de iluminación es la de que los rayos luminosos provenientes de la fuente puntual L no son paralelos sino convergentes en este punto.

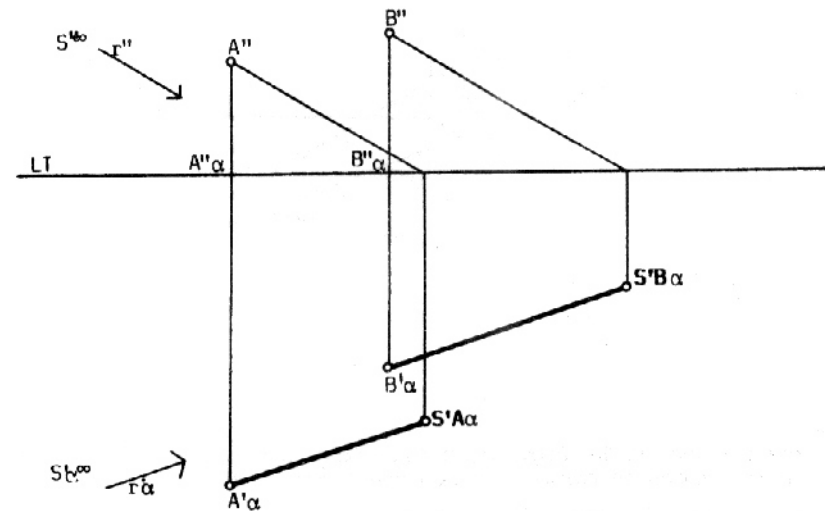
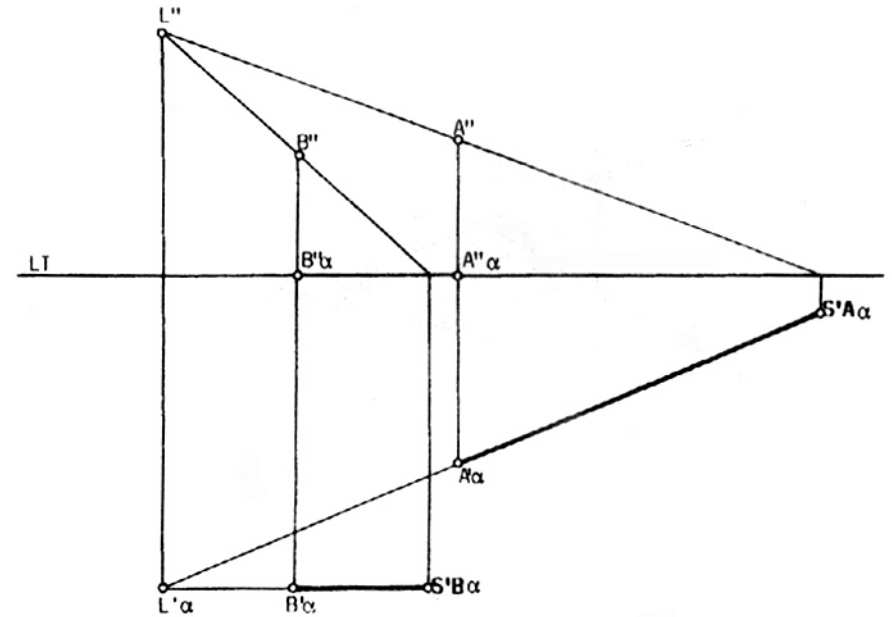
Las sombras arrojadas sobre el plano horizontal α por los segmentos verticales $AA\alpha$ y $BB\alpha$ bajo el efecto del Foco Luminoso $LL\alpha$ no son paralelos sino convergentes en $L\alpha$.



FOCO LUMINOSO "NATURAL" PUNTUAL

Corresponde a la luz natural proveniente del Sol, fuente luminosa que se considera situada a una distancia inconmensurable del objeto. En el Sistema Diédrico Ortogonal se representa por sus dos proyecciones, la proyección vertical y la proyección horizontal, mediante las direcciones del rayo luminoso r'' y r' respectivamente. La característica fundamental de este tipo de iluminación es la de que los rayos luminosos provenientes de la fuente puntual son paralelos. Las sombras arrojadas por los segmentos verticales $AA\alpha$ y $BB\alpha$ sobre el plano α a bajo el efecto de un foco luminoso natural $SS\alpha$, son paralelas.

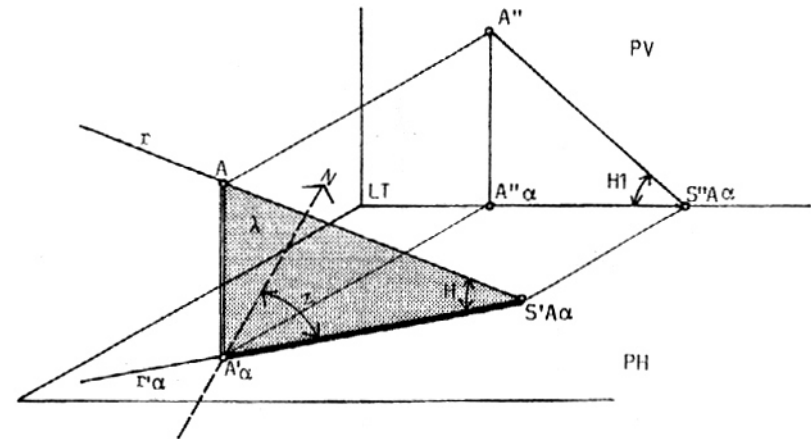
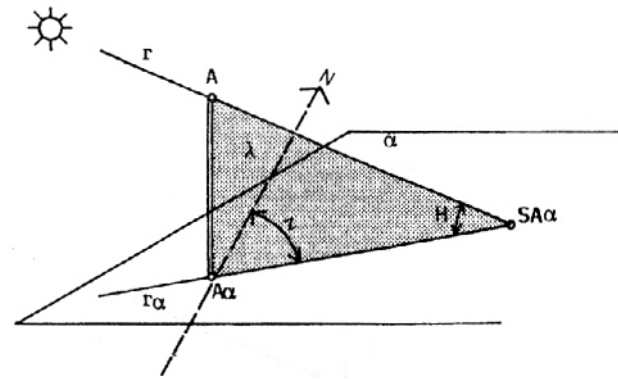
El Plano α coincide con PH.



La ubicación del Sol está determinada por el acimut y la altura.
 El acimut es el ángulo z medido sobre el plano horizontal α , comprendido entre la dirección NORTE y la proyección horizontal $r'\alpha$ del rayo luminoso r .

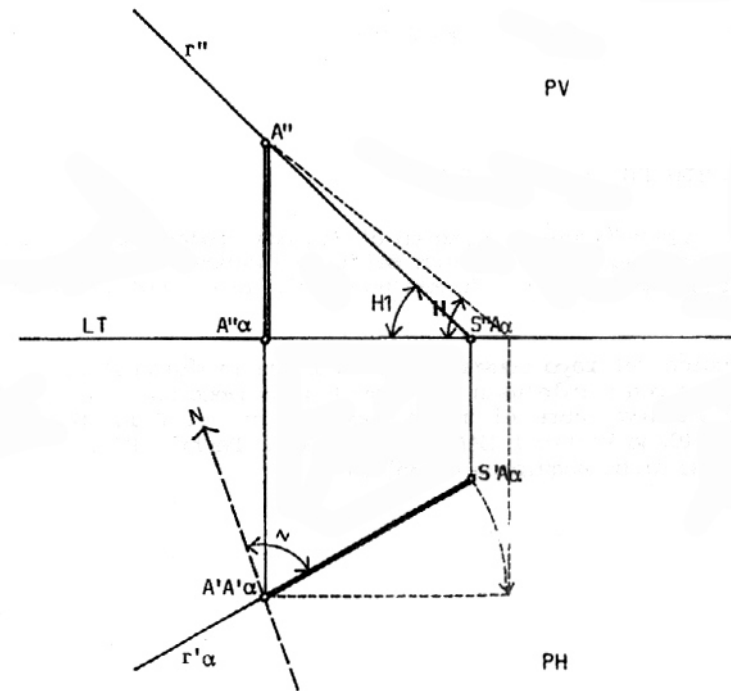
La altura es el ángulo H comprendido entre el rayo luminoso r y su proyección horizontal $r'\alpha$.

Nota: El Plano α coincide con el Plano Horizontal de Proyecciones PH.



Nótese que en la Proyección Ortogonal Horizontal, el ángulo z se proyecta con la misma magnitud que tiene en la realidad. El ángulo H , por el contrario, se proyecta en la Proyección Vertical como $H1$, diferente de H , pues los triángulos rectángulos $AA'\alpha S'A\alpha$ y $A''A''\alpha S''A\alpha$ son diferentes. El ángulo H resulta ser igual a $H1$ sólo cuando el plano de luz λ es paralelo al Plano Vertical de Proyecciones.

Dadas las proyecciones vertical y horizontal de un rayo luminoso r , se puede conocer el ángulo H (altura del sol), si giramos el plano de luz λ según el eje de giro vertical AA' , hasta apoyarlo en un plano paralelo al Plano Vertical PV ,



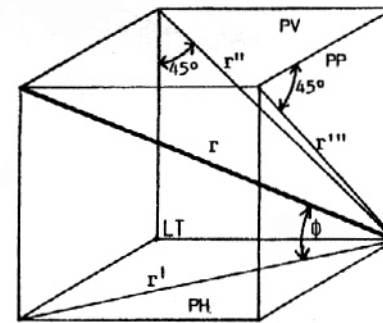
RAYO LUMINOSO CONVENCIONAL

Es el utilizado frecuentemente en el Sistema Diédrico Ortogonal.

Corresponde a aquella dirección del rayo luminoso cuyas proyecciones vertical y horizontal forman un ángulo de 45° con la Línea de Tierra.

La dirección del rayo convencional es la de la diagonal de un cubo cuyas caras son paralelas a los Planos de Proyección.

El rayo luminoso abre el mismo ángulo ϕ con el Plano Horizontal (PH), el Plano Vertical (PV), y el Plano de Perfil (PP). El valor de dicho ángulo es de $35^\circ 51'$.



$$\phi = 35^\circ 51'$$

REPRESENTACIÓN DE LAS PROYECCIONES VERTICAL Y HORIZONTAL DEL RAYO LUMINOSO CORRESPONDIENTE A LA FUENTE DE LUZ NATURAL SS'

LT Línea de Tierra

PH Plano Horizontal o Geometral

PV Plano Vertical

PP Plano de Perfil

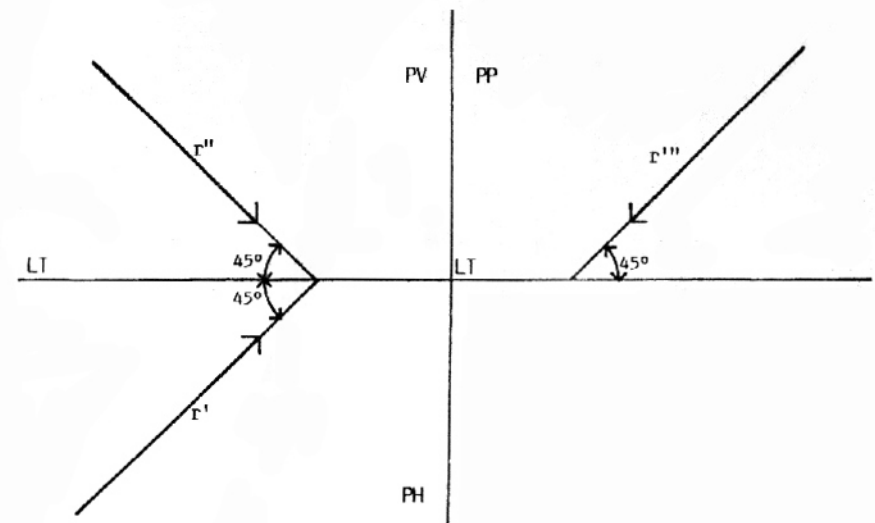
r Rayo luminoso convencional

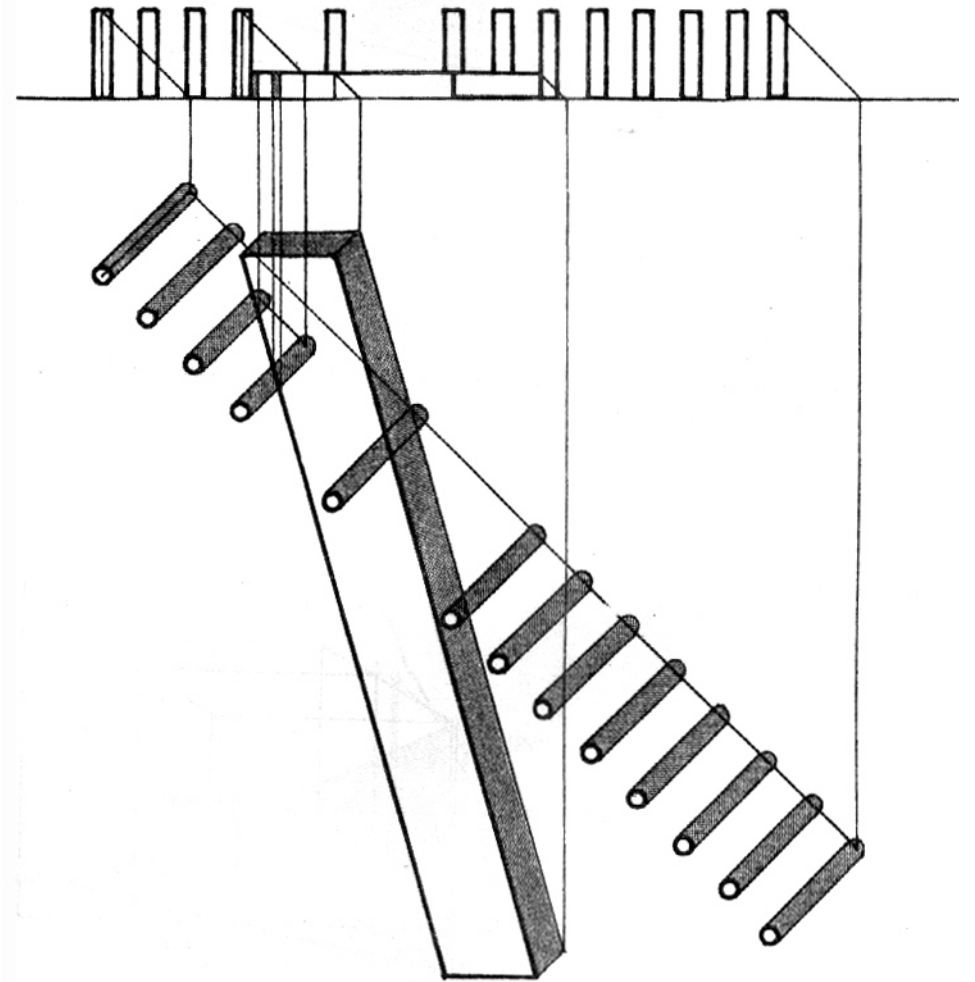
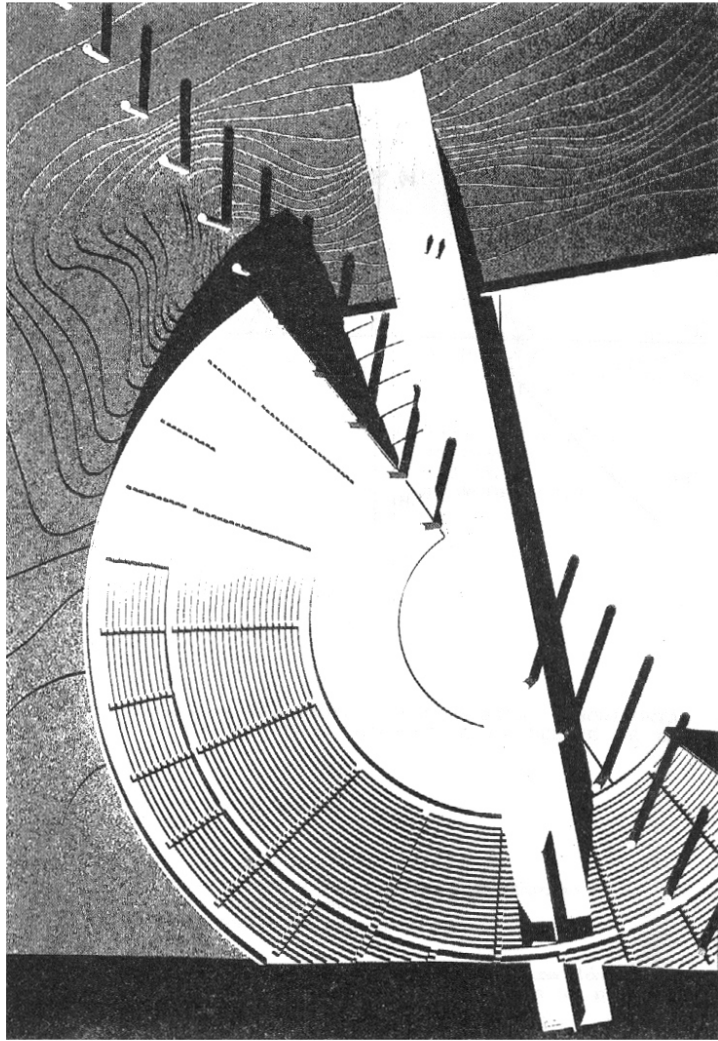
r' Proyección horizontal o geometral del rayo luminoso r

r'' Proyección vertical del rayo luminoso r

r''' Proyección de perfil del rayo luminoso r

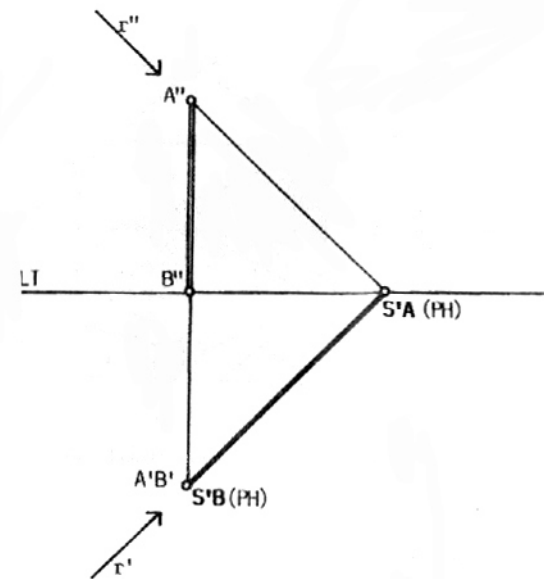
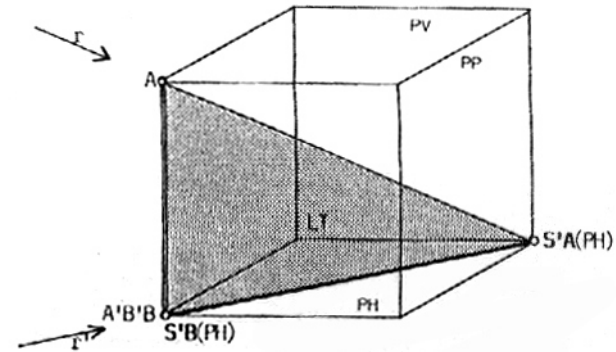
El rayo luminoso convencional tiene la dirección de la diagonal de un cubo cuyas caras son paralelas a los planos de proyección. Forma un ángulo $\phi = 35^\circ 51'$ con PH, PV y PP. Sus proyecciones forman un ángulo de 45° con LT.





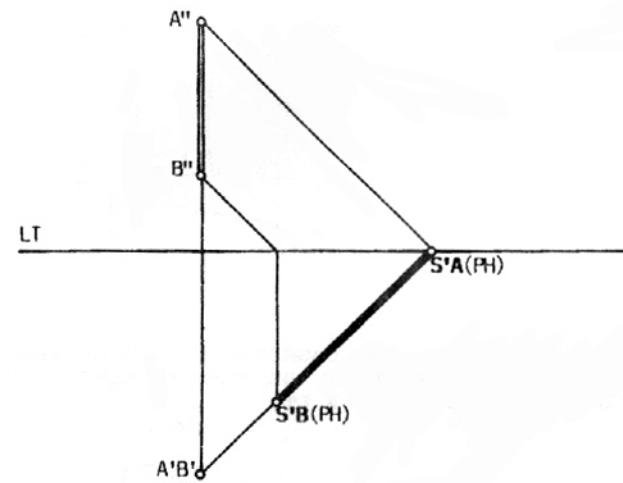
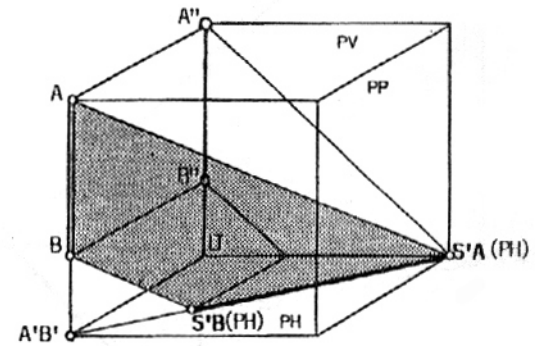
1
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA VERTICAL AB
SOBRE LOS PLANOS DE PROYECCIÓN

a- segmento de recta apoyado en el Plano Horizontal.
 Basta hallar la sombra SA del punto A sobre el Plano Horizontal y unirla con la sombra SB del punto B, que coincide con éste.



1.a

c- segmento de recta separado del Plano Horizontal
 La sombra del punto B sobre el Plano Horizontal no coincide, en este caso, con el punto B.

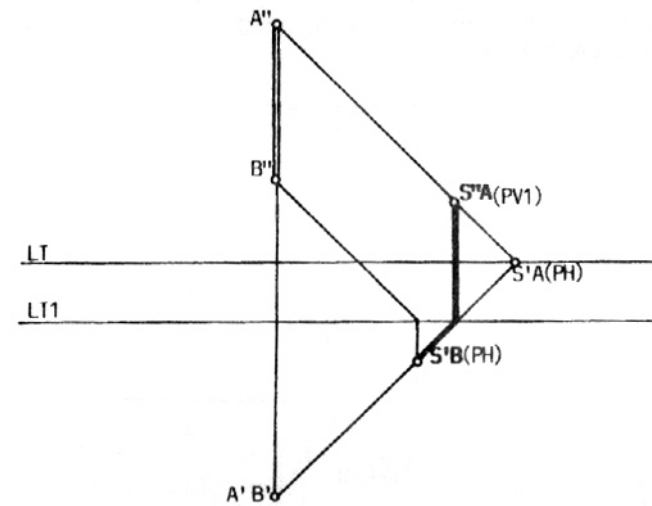
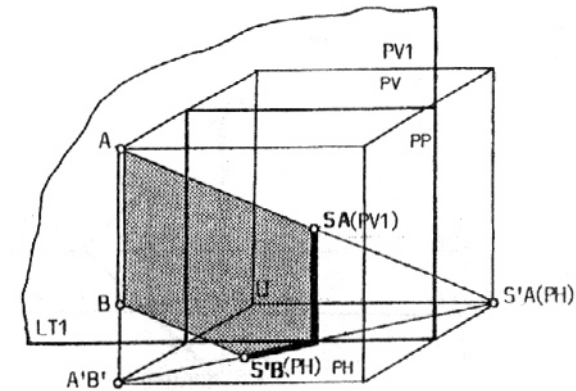


1.c

d- segmento de recta separado del Plano Horizontal y próximo al Plano Vertical PV1.

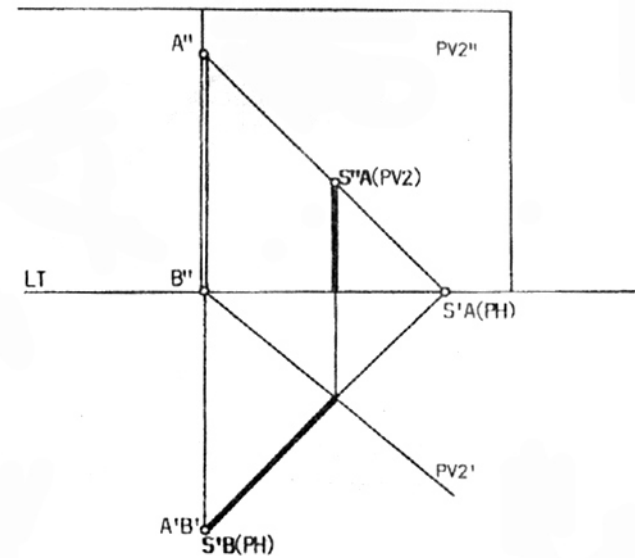
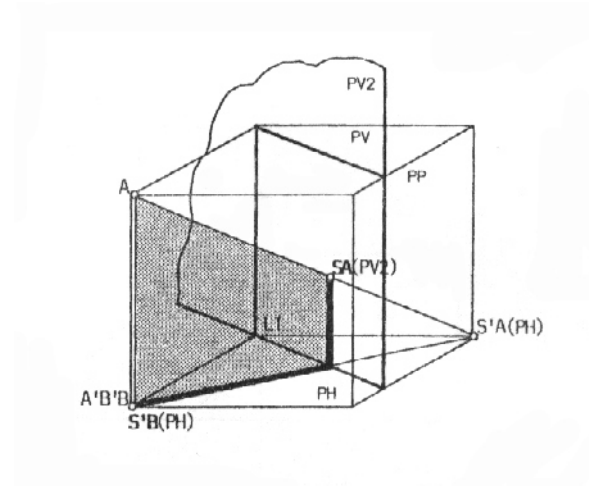
Nótese que en los casos anteriores la sombra arrojada por el segmento AB sobre el Plano Horizontal tiene la misma dirección que la de la proyección horizontal del rayo luminoso. La sombra arrojada sobre el Plano Vertical es vertical y por lo tanto paralela al segmento AB.

La sombra arrojada por una recta sobre un plano paralelo a ésta, resulta ser paralela a la recta.



1.d

2
**SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA VERTICAL AB
 SOBRE EL PLANO HORIZONTAL DE PROYECCIONES Y EL PLANO
 VERTICAL PV2 NO PARALELO A LT.**

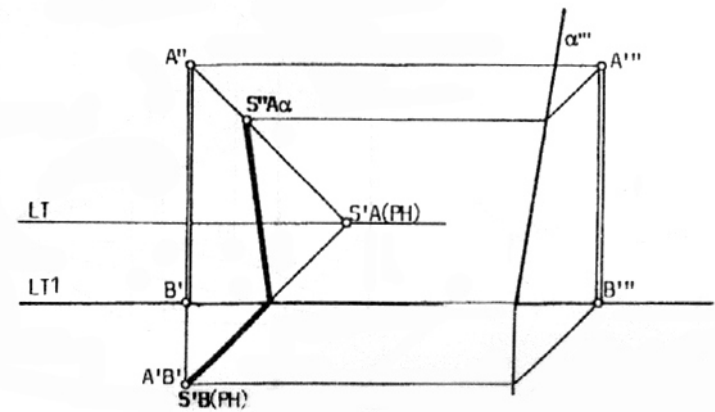
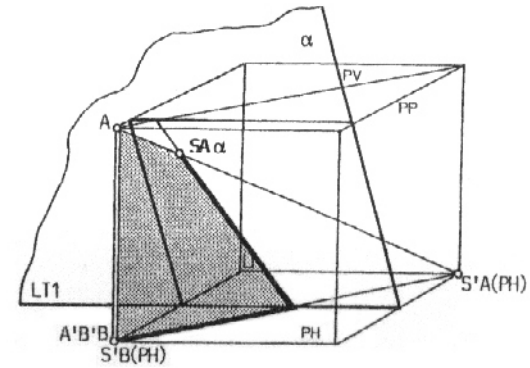


2

3
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA VERTICAL AB
SOBRE EL PLANO HORIZONTAL DE PROYECCIONES Y UN PLANO
INCLINADO PARALELO A LT.

Para hallar la sombra SA_α del punto A sobre el plano inclinado α , se recurre a la proyección de perfil en donde se representa la traza del plano α .

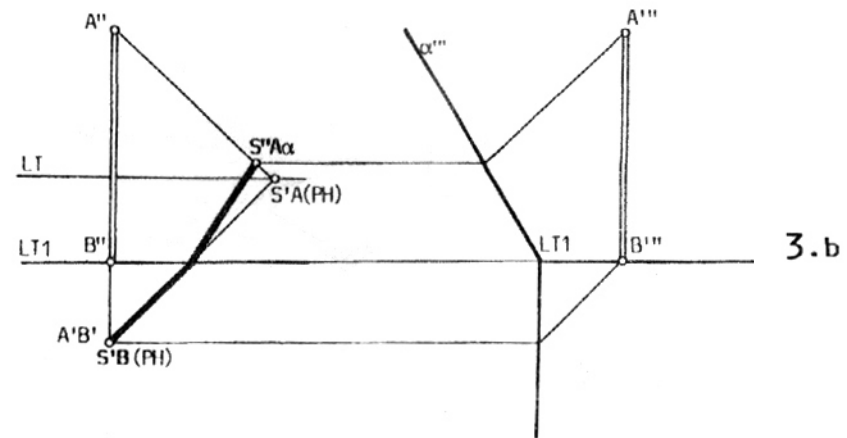
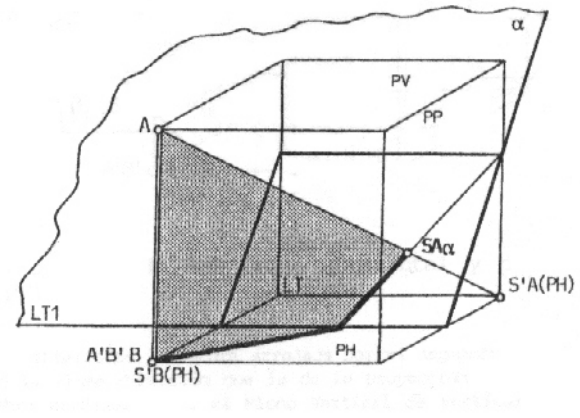
a- plano inclinado α que se aleja del punto A.



3.a

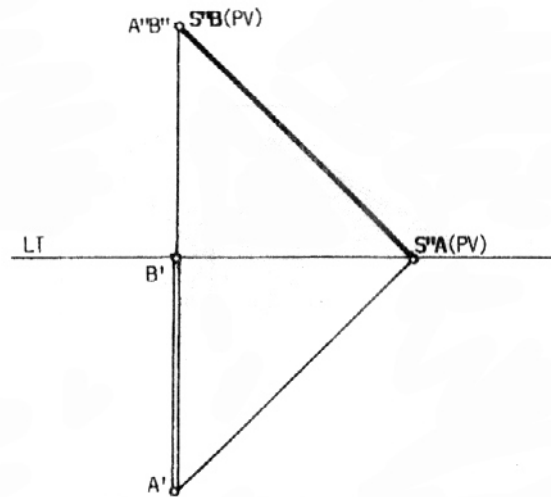
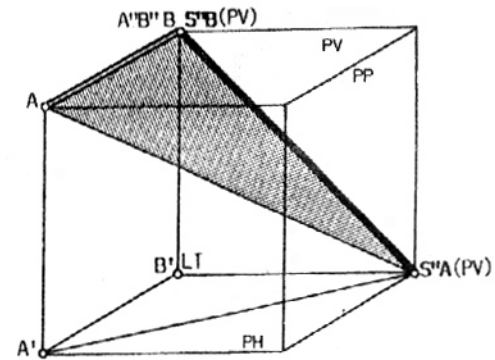
b- plano inclinado α que se aproxima al punto A.

Nótese que en estos casos la sombra arrojada sobre el plano inclinado α no es paralela al segmento AB, pues el plano α no es paralelo a dicho segmento.



4
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA AB,
PERPENDICULAR AL PLANO VERTICAL, SOBRE LOS PLANOS
DE PROYECCIÓN.

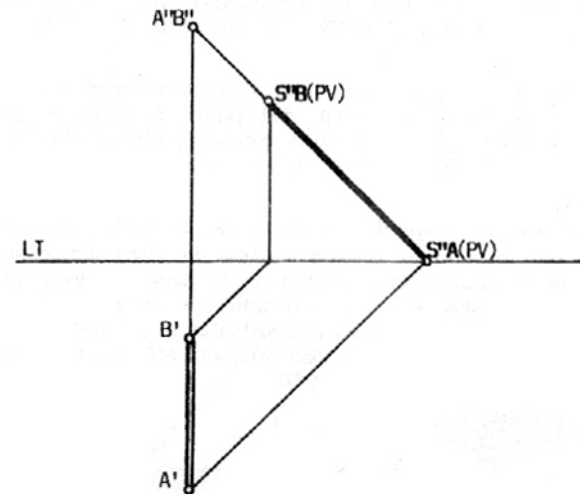
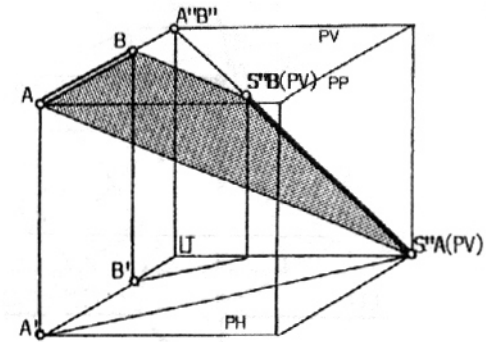
a- el segmento AB está apoyado en el Plano Vertical.



4. a

b- el segmento AB está separado del Plano Vertical.

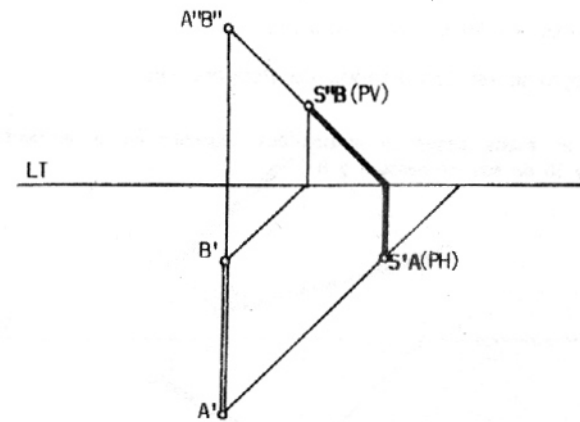
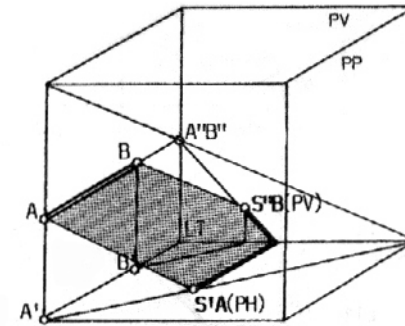
Nótese que la sombra arrojada por el segmento sobre el Plano Vertical tiene la dirección de la proyección vertical del rayo luminoso. Debido a la longitud del segmento y a su distancia al Plano Horizontal, la totalidad de la sombra se proyecta sobre el Plano Vertical.



4.b

c- el segmento AB está separado del Plano Vertical y próximo al Plano Horizontal.

Nótese que en este caso parte de la sombra se proyecta sobre el Plano Horizontal según una dirección paralela al segmento AB.

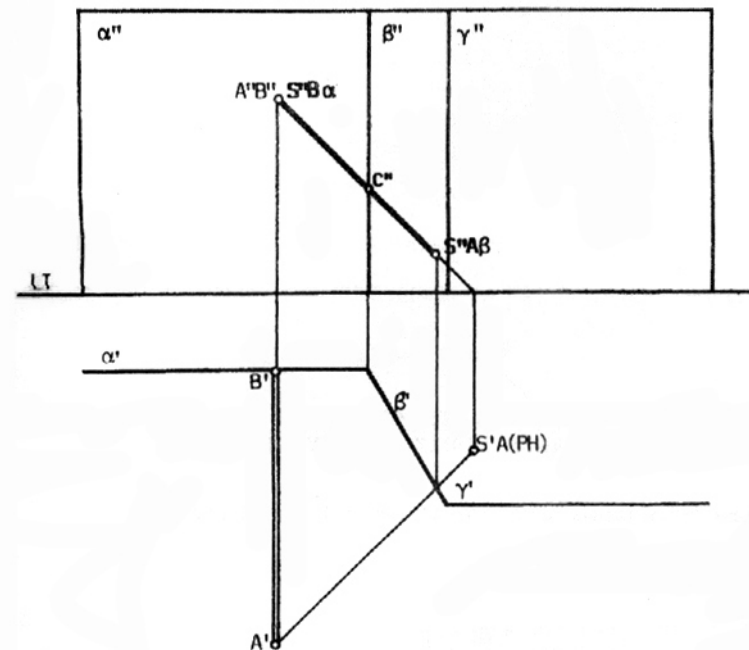
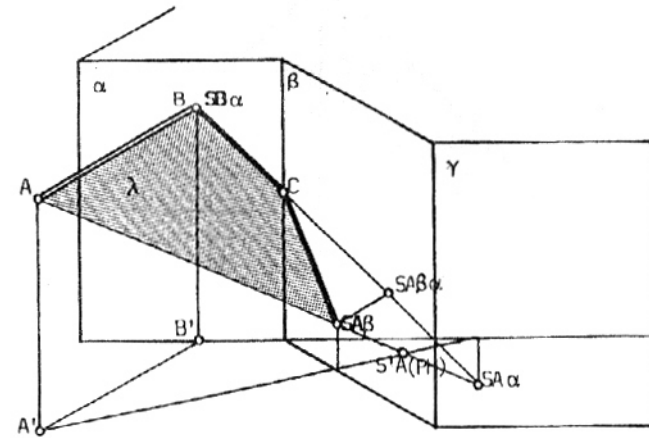


4.c

5
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA AB,
PERPENDICULAR AL PLANO α , SOBRE LOS PLANOS
VERTICALES α , β y γ .

Los planos α y γ son paralelos al Plano Vertical.
 Se encuentra la sombra $SA\beta$ del punto A sobre el plano β y se une con el punto C, intersección con el plano β de la sombra arrojada por el segmento AB sobre el plano α .

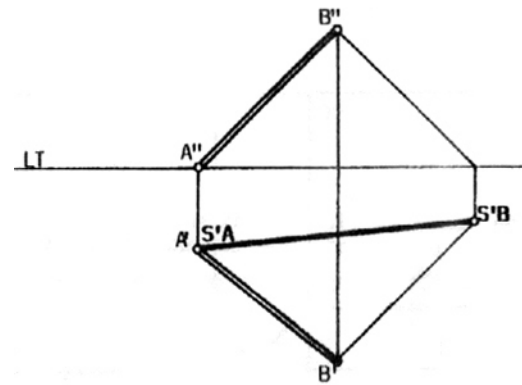
Obsérvese que la proyección vertical de la sombra arrojada sobre el plano β (oblicuo con respecto al plano α) tiene la misma dirección que la proyección vertical de la sombra sobre el plano α . Es decir que los puntos $SB\alpha$, C y $SA\beta$ se encuentran alineados según la dirección de la proyección vertical del rayo luminoso. El plano de luz λ es perpendicular al plano α por contener al segmento AB. Por lo tanto la proyección $SA\beta$ del punto $SA\beta$ sobre el plano α , se encuentra sobre la prolongación del segmento BC.



5

6
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA AB, OBLICUO
CON RESPECTO A LOS PLANOS DE PROYECCIÓN, SOBRE LOS
PLANOS PV Y PH.

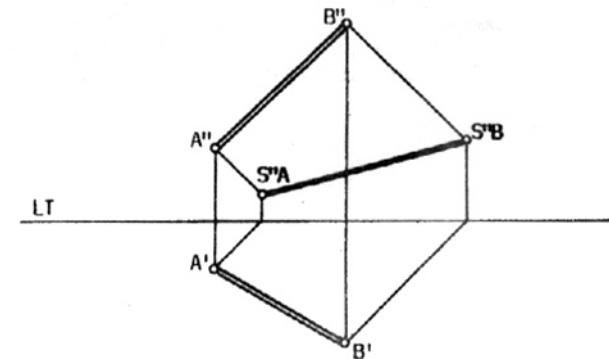
a- apoyado en el Plano Horizontal.



6.a

b- sin apoyarse en los Planos de Proyección.

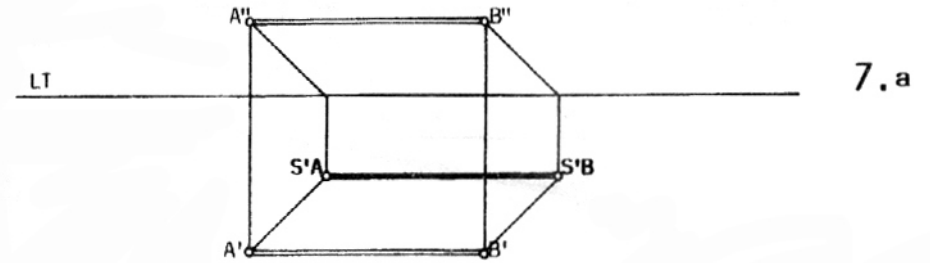
Nótese que en ambos casos la sombra del segmento AB se encuentra uniendo las sombras SA y SB de sus extremos A y B.



6.b

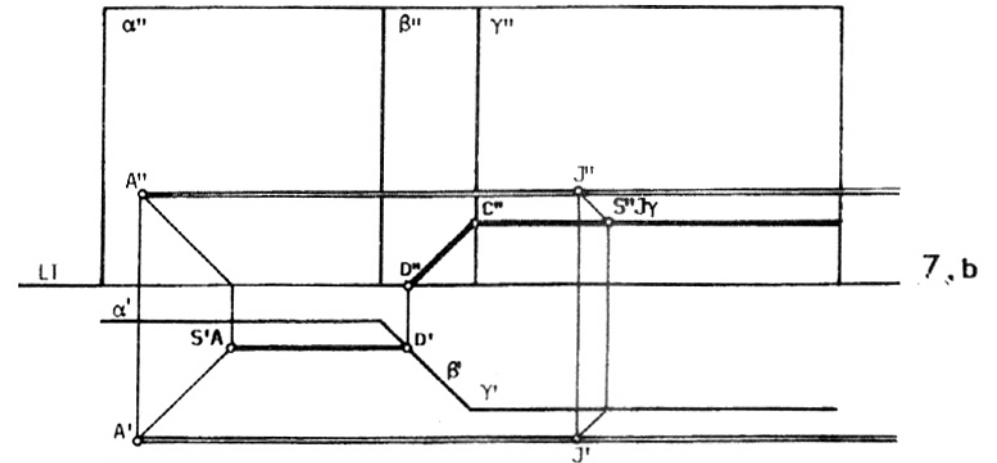
7
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA HORIZONTAL AB
PARALELO A LOS PLANOS HORIZONTAL Y VERTICAL.

a- sombra totalmente arrojada sobre el Plano Horizontal.



b- sombra arrojada sobre el Plano Horizontal y los planos verticales α , β y γ , suponiendo que el extremo B del segmento se encuentra fuera del dibujo.

- se halla la sombra sobre el Plano Horizontal que interseca al plano β en el punto D.
- se traza la sombra sobre el plano vertical γ y con ayuda de un punto J cualquiera del segmento hasta intersectar al plano β en el punto C. Uniendo los puntos C y D se obtiene la sombra arrojada sobre el plano oblicuo β .

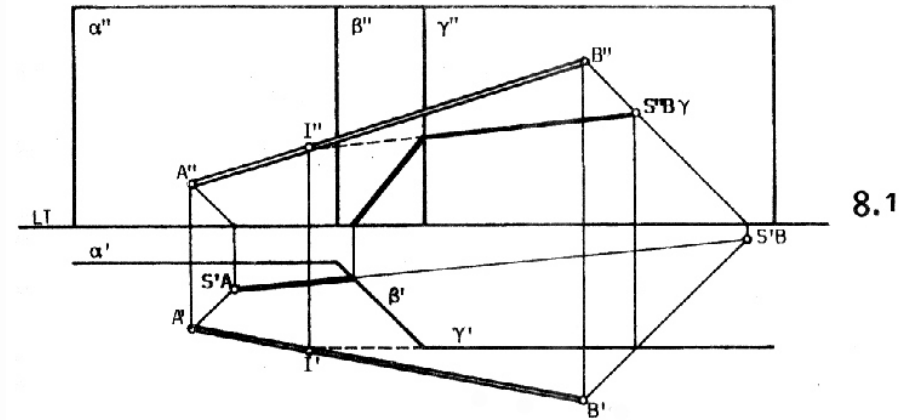


8
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA OBLICUO AB
SOBRE EL PLANO HORIZONTAL Y LOS VERTICALES α , β y γ .

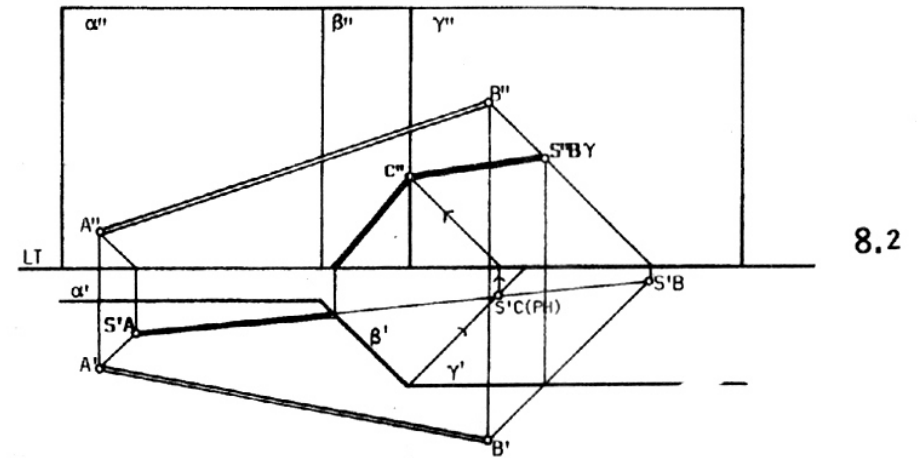
1- un procedimiento consiste en encontrar la intersección del segmento AB con el plano γ y obtener el punto I. Uniendo la sombra SB_γ del punto B sobre el plano γ con el punto I, se traza la sombra arrojada por el segmento AB sobre el plano γ . Luego se procede como en casos anteriores.

2- otro procedimiento consiste en hallar las sombras arrojadas sobre el Plano Horizontal del segmento AB y de la recta vertical que resulta de la intersección de los planos β y γ . El punto SC(PH), intersección de ambas sombras, corresponde a la sombra del punto C, ubicado sobre la intersección de β y γ por donde pasa la sombra del segmento AB. Uniendo C y SB_γ se obtiene la sombra sobre el plano γ . Luego se procede como en los casos anteriores.

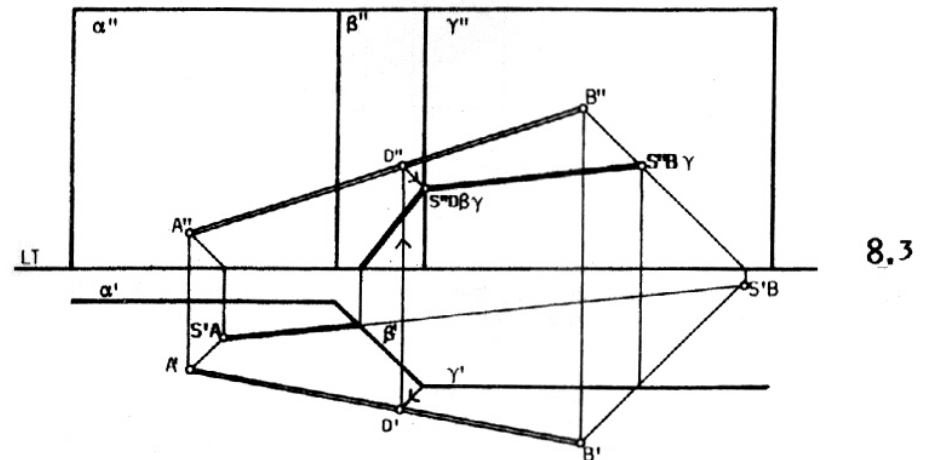
3- también se puede proceder trazando, por la proyección horizontal de la intersección de los planos β y γ , un rayo en sentido inverso hasta intersectar a la proyección horizontal del segmento AB, hallándose los puntos D' y D''. Se encuentra la sombra $SD_{\beta\gamma}$ del punto D que necesariamente deberá estar en la intersección de β y γ . Uniendo $SD_{\beta\gamma}$ con la sombra SB_γ del punto B sobre el plano γ , se traza el segmento de sombra arrojada sobre el plano γ . Luego se procede como en los casos anteriores.



8.1



8.2

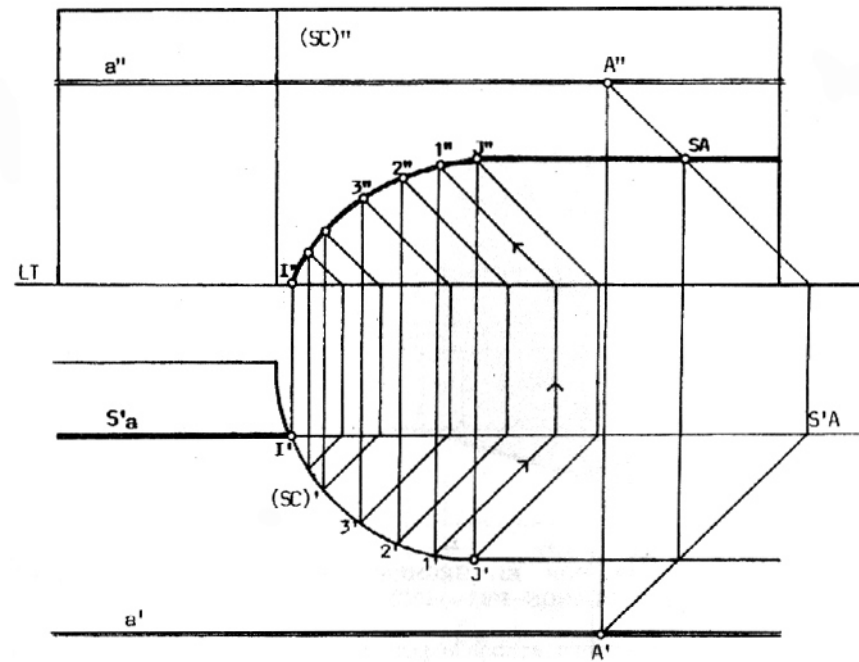


8.3

9
**SOMBRA ARROJADA POR UNA RECTA PARALELA A LT SOBRE
 UNA SUPERFICIE CURVA REGLADA CON GENERATRICES VERTICALES.**

- con la ayuda del punto A se encuentra la sombra S_a de la recta a en el Plano Horizontal.

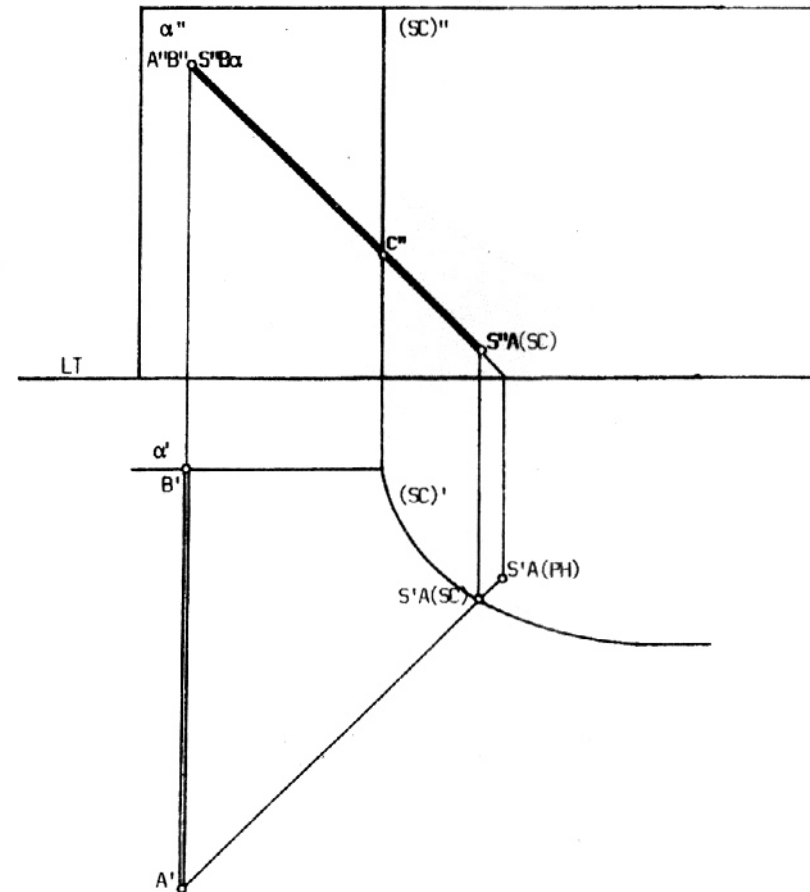
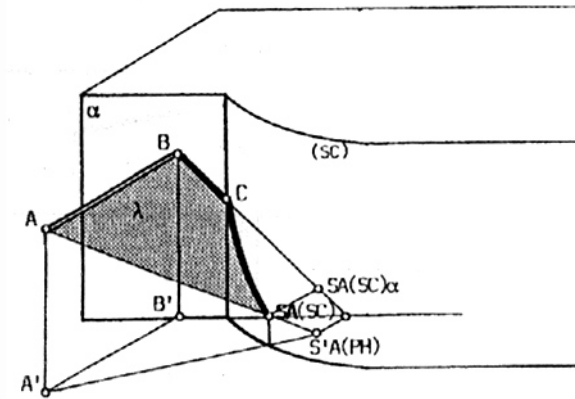
- se trazan las sombras arrojadas por distintas generatrices sobre el Plano Horizontal y se intersecan con S_a . Por medio del **rayo inverso** se trasladan dichos puntos a la proyección vertical sobre cada una de las generatrices correspondientes. Uniendo los puntos tales como el 1, 2, 3, etc., se obtiene la curva correspondiente a la sombra arrojada por la recta a sobre la superficie curva.



9

10
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA AB,
PERPENDICULAR AL PLANO VERTICAL, SOBRE UNA SUPERFICIE
CURVA REGLADA CON GENERATRICES VERTICALES.

En este caso particular la sombra arrojada sobre la superficie curva se encuentra sobre la misma recta que la arrojada sobre el plano vertical α pues el plano de luz λ es perpendicular al plano α por contener al segmento AB perpendicular a α . Su proyección vertical coincide con la del segmento ASA(SC) y con la del segmento BSA(SC)a. El plano α es paralelo a PV.

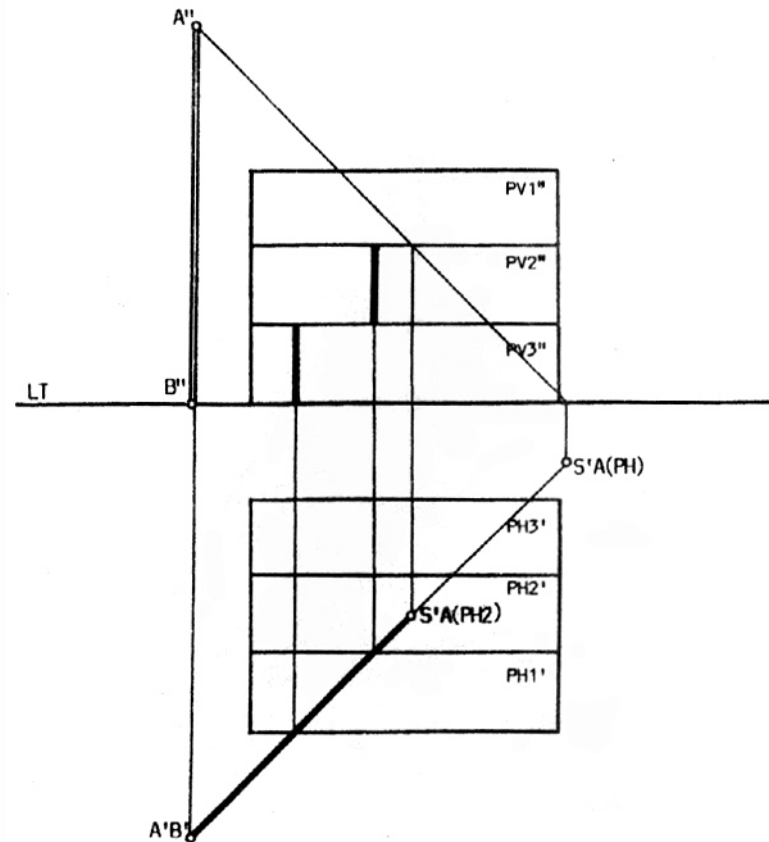
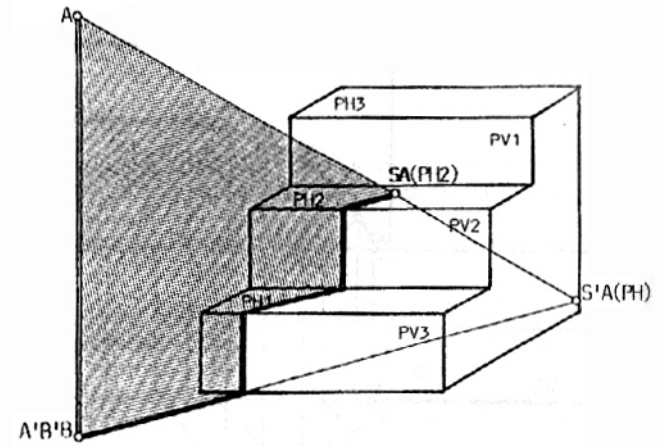


10

11
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA VERTICAL AB,
PARALELO A LOS PLANOS PV1, PV2 Y PV3.

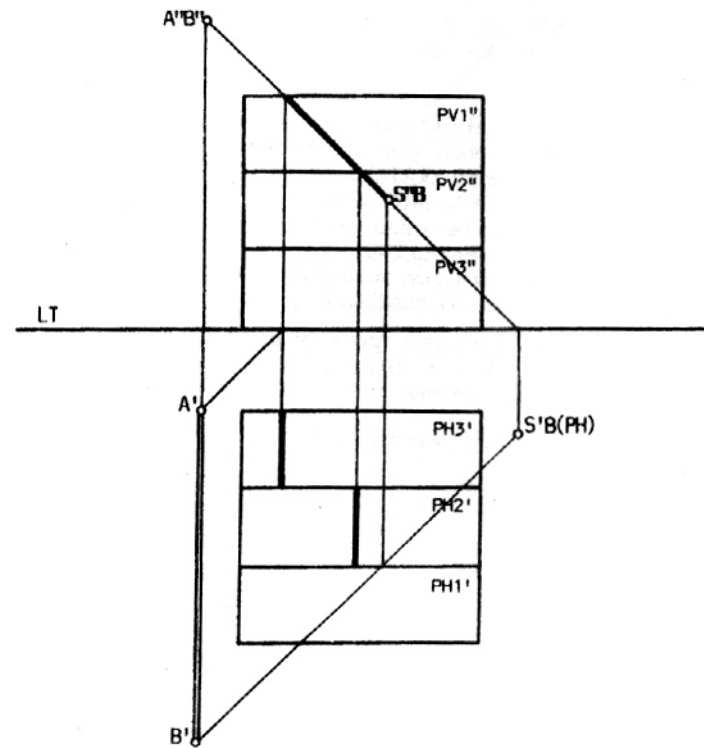
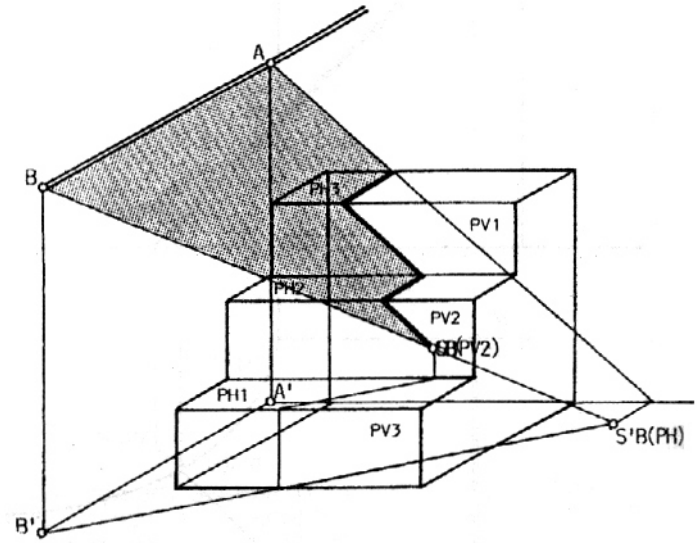
Es el caso de la sombra arrojada por un segmento vertical sobre los escalones de una escalera.

Nótese la continuidad de la proyección horizontal de la sombra arrojada sobre los planos horizontales PH1, PH2, PH3 y la discontinuidad de la proyección vertical de la misma sobre los planos verticales.



12
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO HORIZONTAL AB,
PERPENDICULAR A LOS PLANOS PV1, PV2 Y PV3.

En este caso la proyección vertical de la sombra se proyecta continua mientras que la proyección horizontal se ve como una línea discontinua.

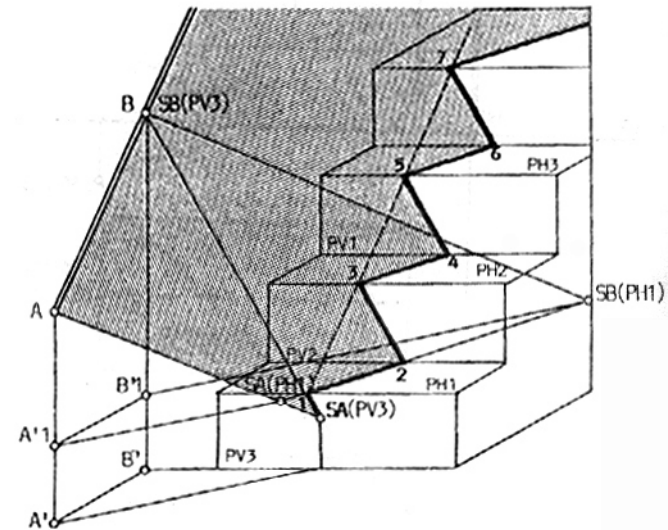


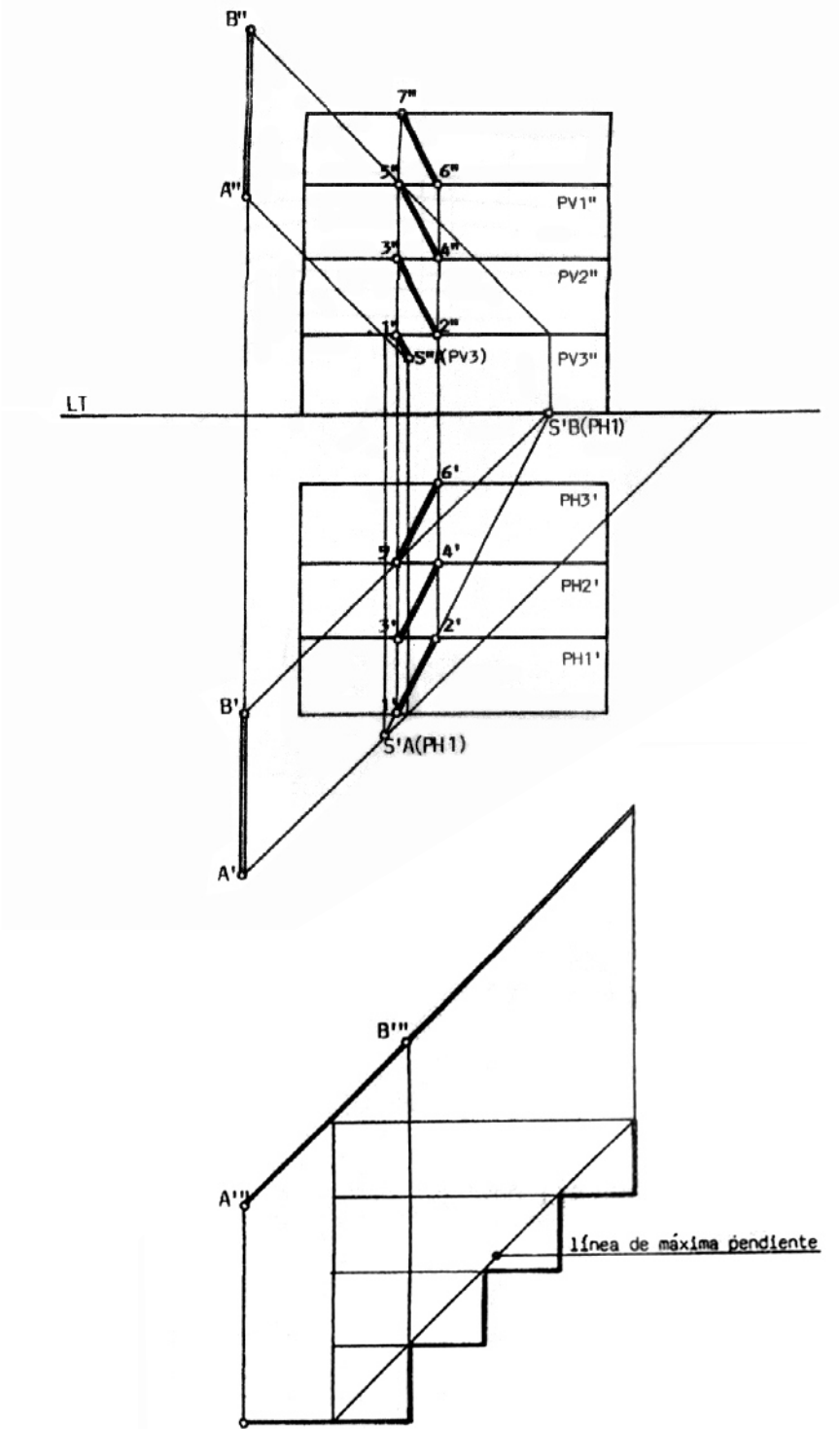
13

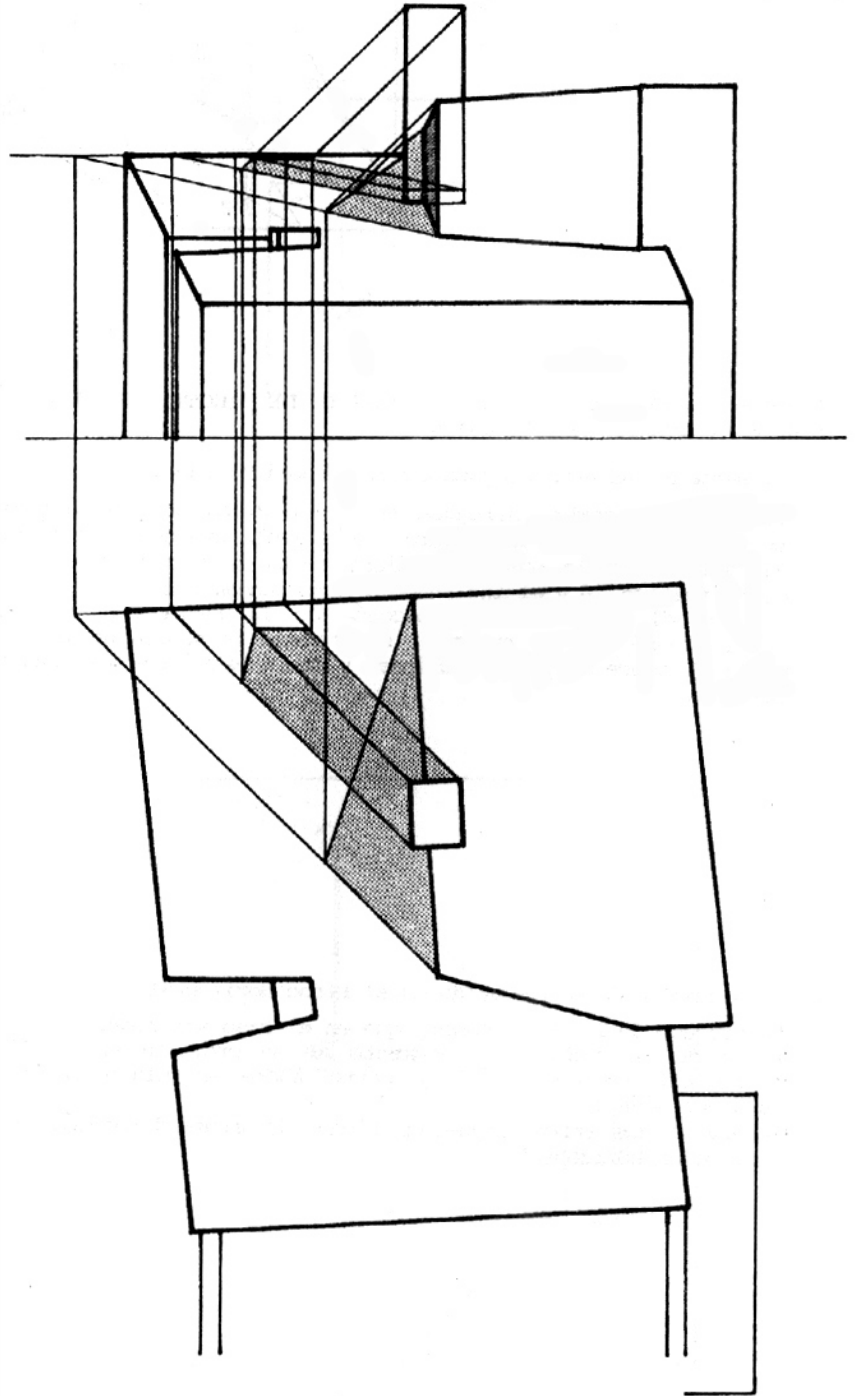
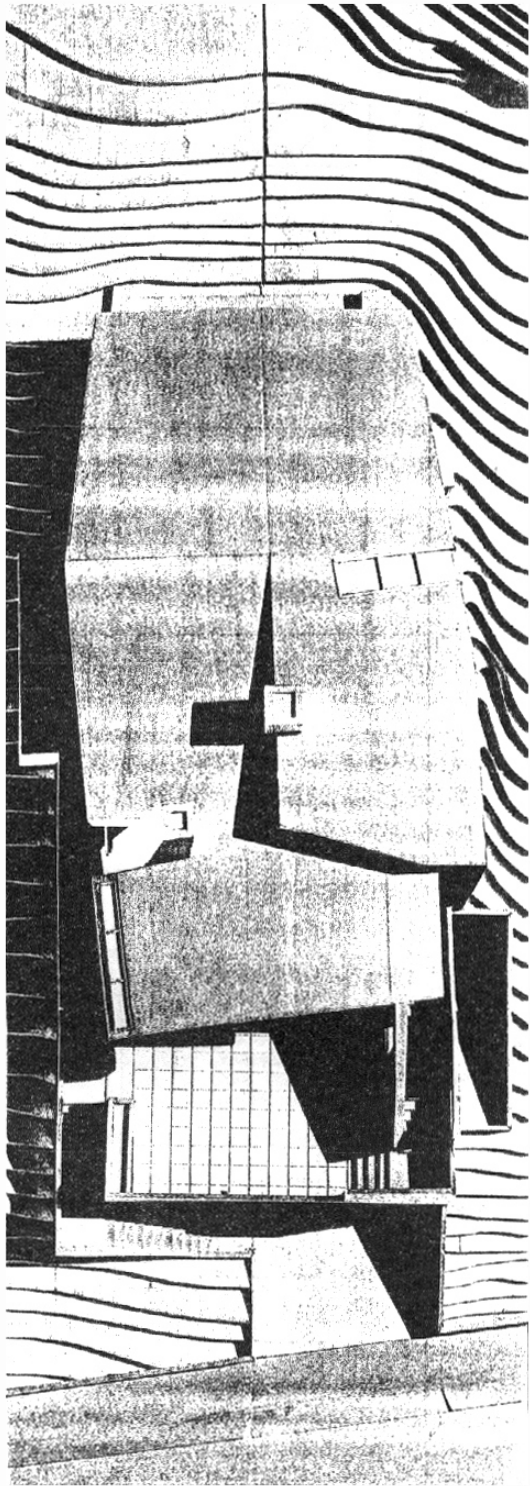
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO OBLICUO AB, SOBRE LOS PLANOS HORIZONTALES Y VERTICALES DE UN VOLUMEN ESCALONADO. EL SEGMENTO AB ES PARALELO A LA RECTA DE MÁXIMA PENDIENTE.

Se encuentran las sombras de los puntos A y B sobre el plano horizontal PH1 y se unen obteniéndose la dirección de la sombra arrojada por el segmento oblicuo AB en el plano PH1 y en los demás planos horizontales (PH2, PH3, etc.). Los puntos 1 y 2 son la intersección de la sombra con los planos verticales PV3 y PV2 respectivamente.

Si repitiésemos la operación para cada uno de los planos horizontales obtendríamos el mismo resultado y los puntos 3 y 4, 5 y 6, etc.. Como el segmento AB mantiene una distancia constante con respecto a las intersecciones de los planos horizontales y verticales, los puntos 1, 3, 5 y 7 se encuentran alineados según una recta paralela al segmento AB. Lo mismo ocurre con los puntos 2, 4 y 6.



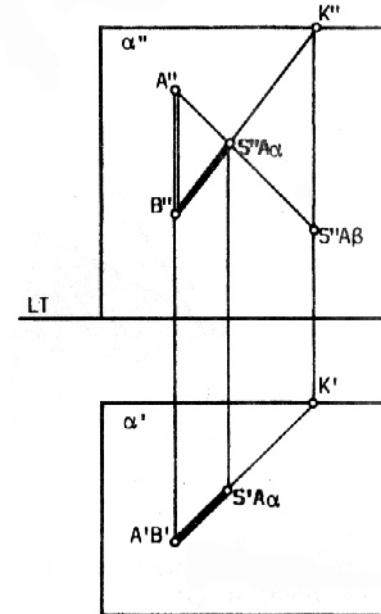
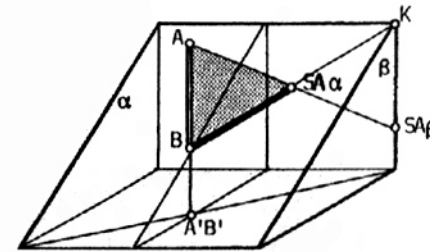




14
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA VERTICAL AB
SOBRE EL PLANO INCLINADO α

a- El segmento AB está apoyado en el plano inclinado α .
 Se halla la sombra arrojada sobre el Plano Horizontal y sobre un plano vertical β cualquiera, de la recta que contiene a AB. El punto K, en la sombra de dicha recta, se encuentra sobre el plano vertical β y el inclinado α simultáneamente.

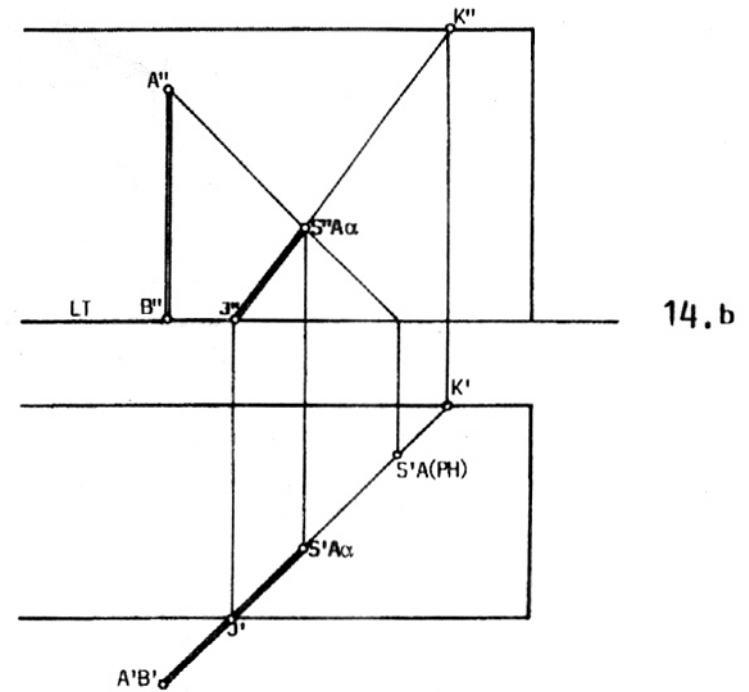
Uniendo el punto B (intersección de la recta con el plano inclinado α) con el punto K, se obtiene la sombra de la recta vertical sobre el plano inclinado y sobre ésta la sombra $SA\alpha$ del punto A.



14. a

b- El segmento AB está apoyado en el Plano Horizontal.

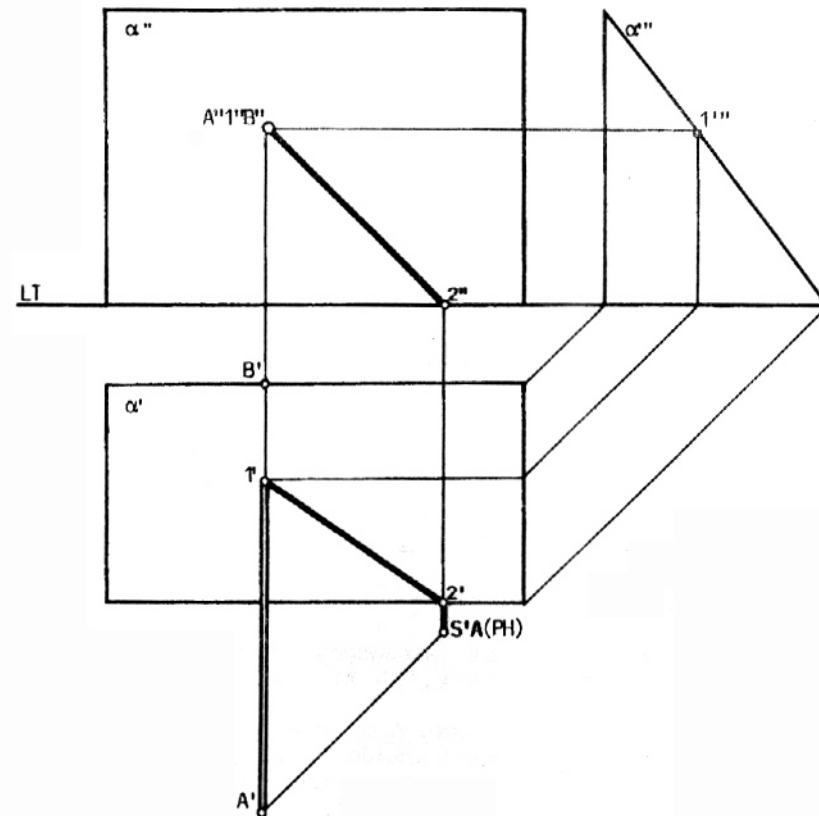
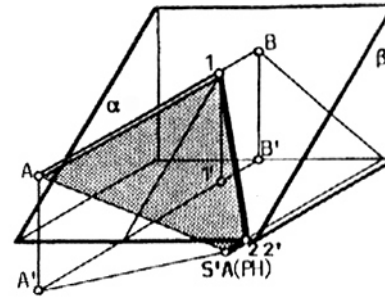
Se procede de la misma manera que en el caso anterior.
Parte de la sombra del segmento AB se proyecta en el Plano Horizontal (segmento BJ) y parte sobre el plano inclinado (segmento JSA α).
Obsérvese que ambos segmentos tienen la **misma dirección** en la proyección horizontal.



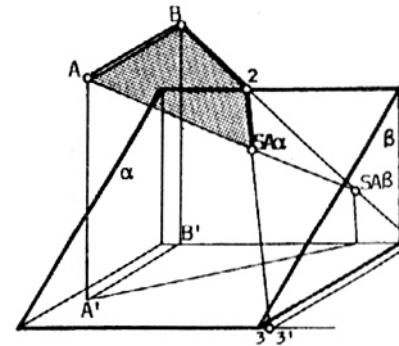
15
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA HORIZONTAL
AB SOBRE EL PLANO INCLINADO α .

a- El segmento AB interseca al plano α en el punto 1.
 Se halla la sombra SA(PH) del punto A sobre el Plano Horizontal.
 Por el punto SA(PH) se traza una recta paralela al segmento AB hasta
 intersectar al plano inclinado en el punto 2. El segmento 12 es la sombra
 que el segmento AB arroja sobre el plano inclinado α . El segmento SA(PH)2
 es la sombra arrojada sobre el Plano Horizontal.

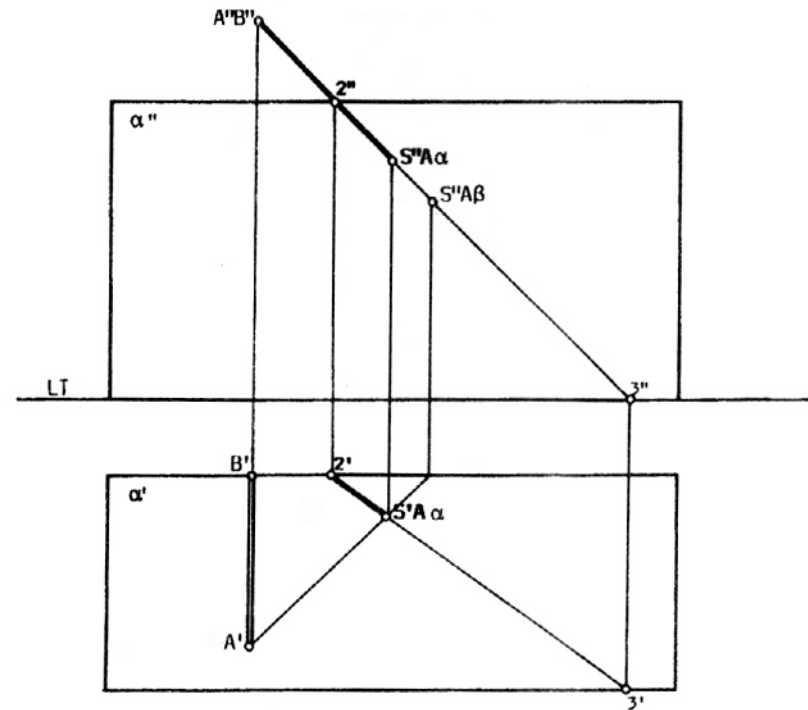
b- El segmento AB no interseca al plano α .
 Se traza la sombra arrojada por la semirrecta que contiene al segmento AB
 sobre el plano vertical β hasta intersectar al Plano Horizontal en LT.
 Esta sombra tiene la misma dirección que la proyección vertical del rayo
 luminoso.
 Sobre el Plano Horizontal, la sombra es paralela al segmento AB a interseca
 en el punto 3 al plano inclinado α . Los puntos 2 y 3 pertenecen a la sombra
 sobre el plano α arrojada por la recta que contiene al segmento AB, por lo que
 el segmento 23 es parte de la sombra arrojada por la recta en el plano inclinado.
 En la intersección de esta sombra con el rayo luminoso que pasa por el
 punto A, se halla SA_{α} que es la sombra arrojada por el punto A sobre el plano α .



15.a



b- El segmento AB no interseca al plano α .
 Se traza la sombra arrojada por la semirrecta que contiene al segmento AB sobre el plano vertical β hasta intersecar al Plano Horizontal en LT.
 Esta sombra tiene la misma dirección que la proyección vertical del rayo luminoso.
 Sobre el Plano Horizontal, la sombra es paralela al segmento AB a interseca en el punto 3 al plano inclinado α . Los puntos 2 y 3 pertenecen a la sombra sobre el plano α arrojada por la recta que contiene al segmento AB, por lo que el segmento 23 es parte de la sombra arrojada por la recta en el plano inclinado.
 En la intersección de esta sombra con el rayo luminoso que pasa por el punto A, se halla SA_α que es la sombra arrojada por el punto A sobre el plano α .

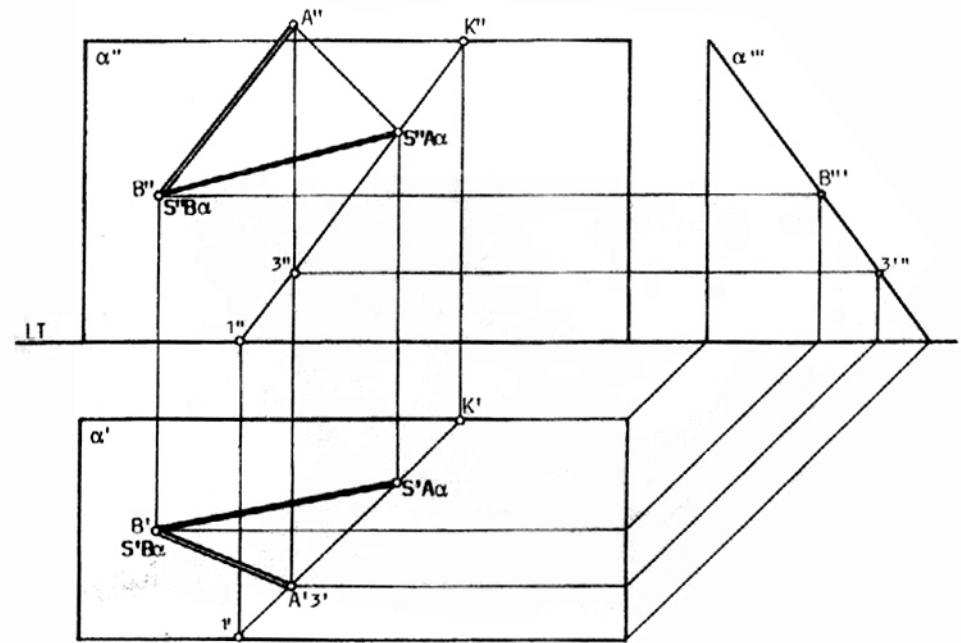


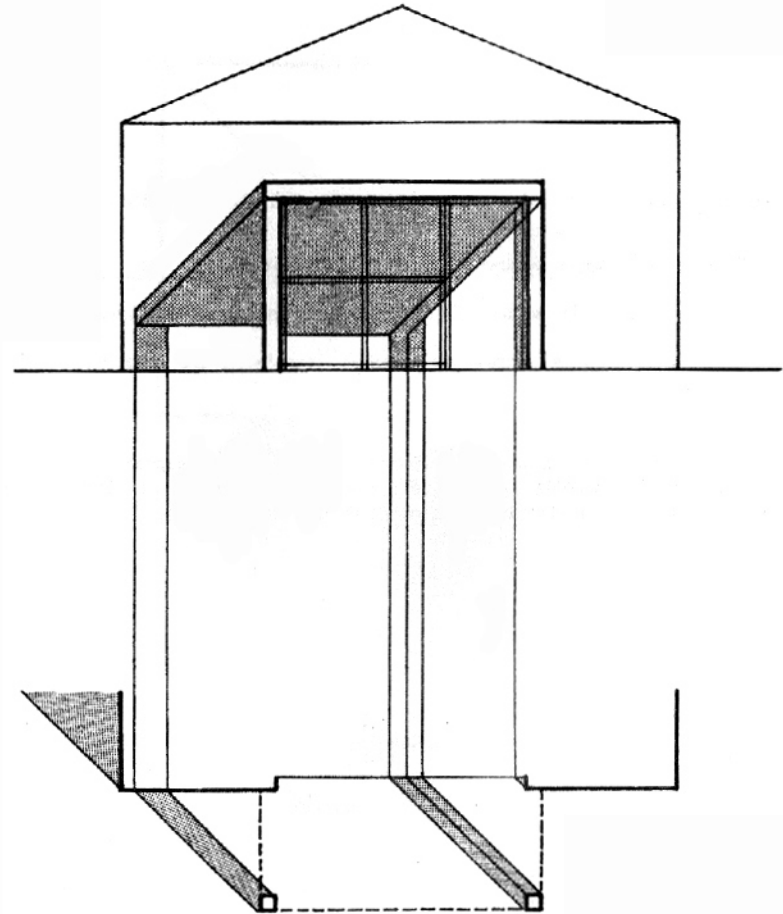
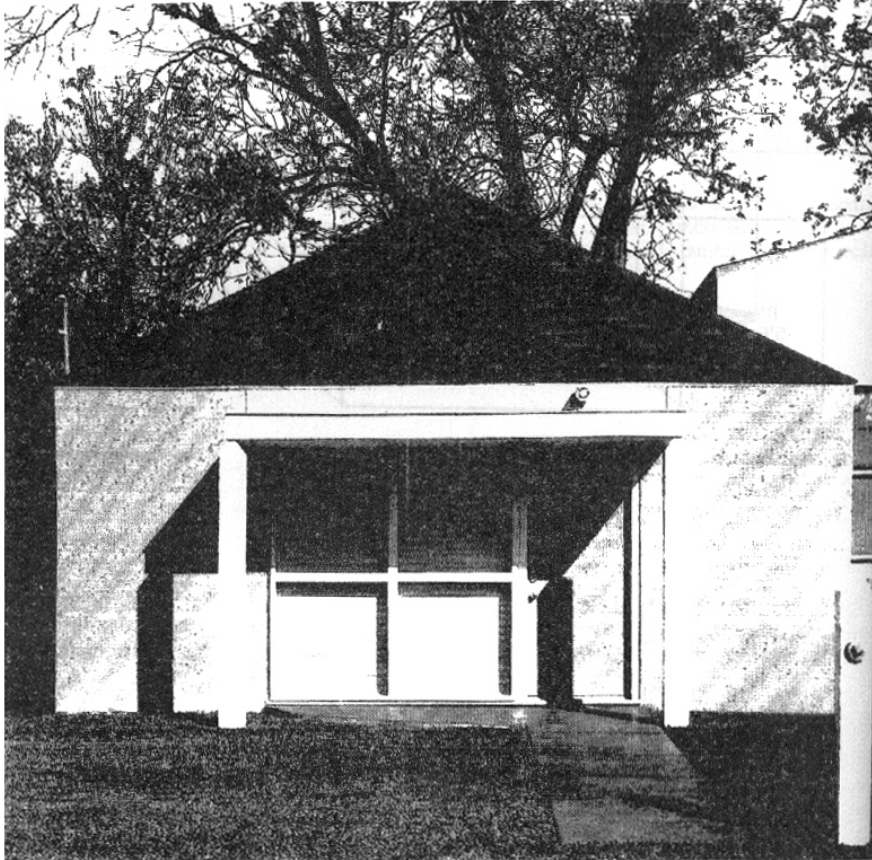
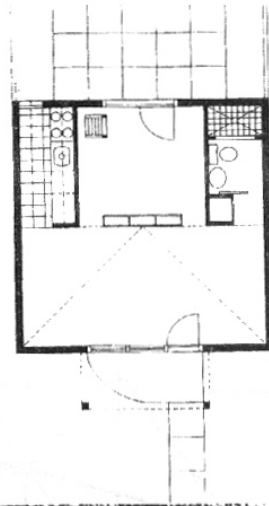
15. b

16
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE RECTA OBLICUO AB
SOBRE EL PLANO INCLINADO α , EN EL CUAL SE APOYA.

Basta hallar la sombra del punto A sobre el plano α pues la sombra del punto B sobre dicho plano coincide con el punto B.
 Mediante la tercera proyección se encuentra el punto 3 (proyección ortogonal del punto A sobre el plano α). Se procede entonces como en los casos anteriores.

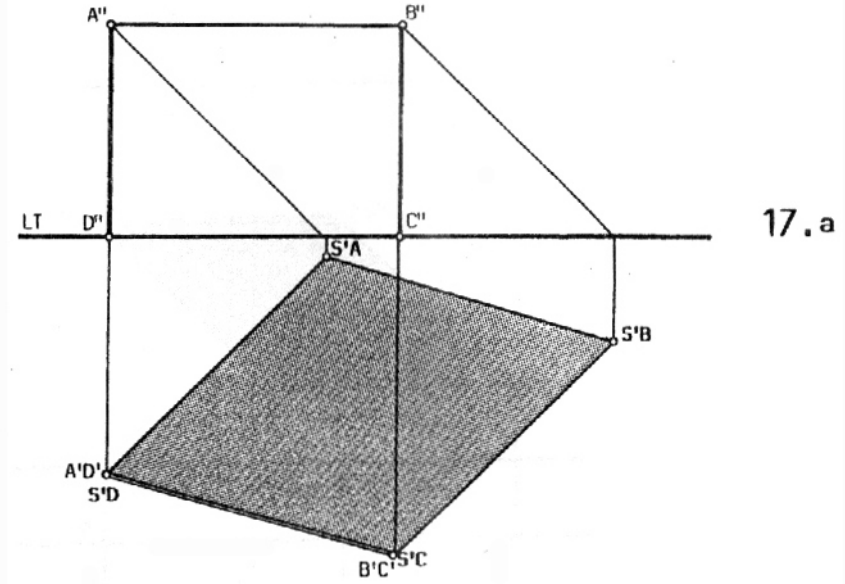
Se puede trabajar con el punto K o con el punto 1.



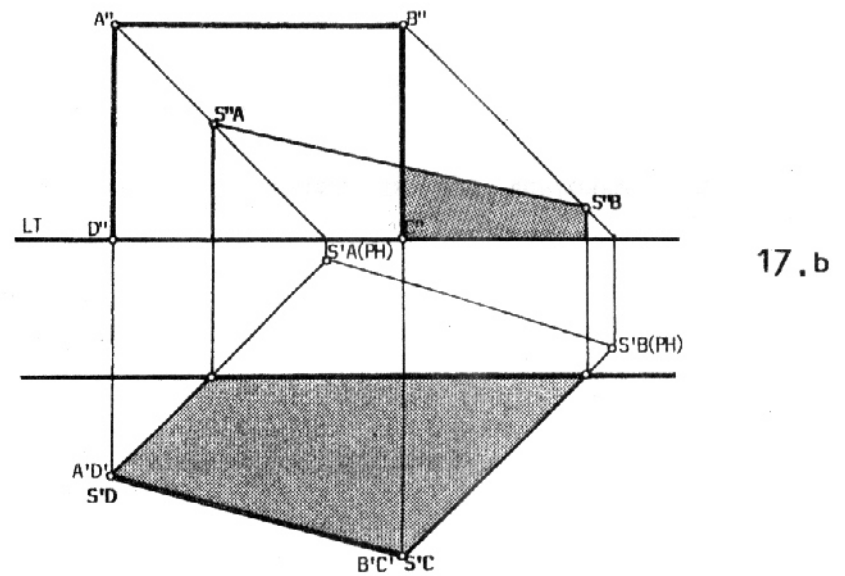


17
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE PLANO VERTICAL ABCD.

a- Sombra arrojada sobre el Plano Horizontal.

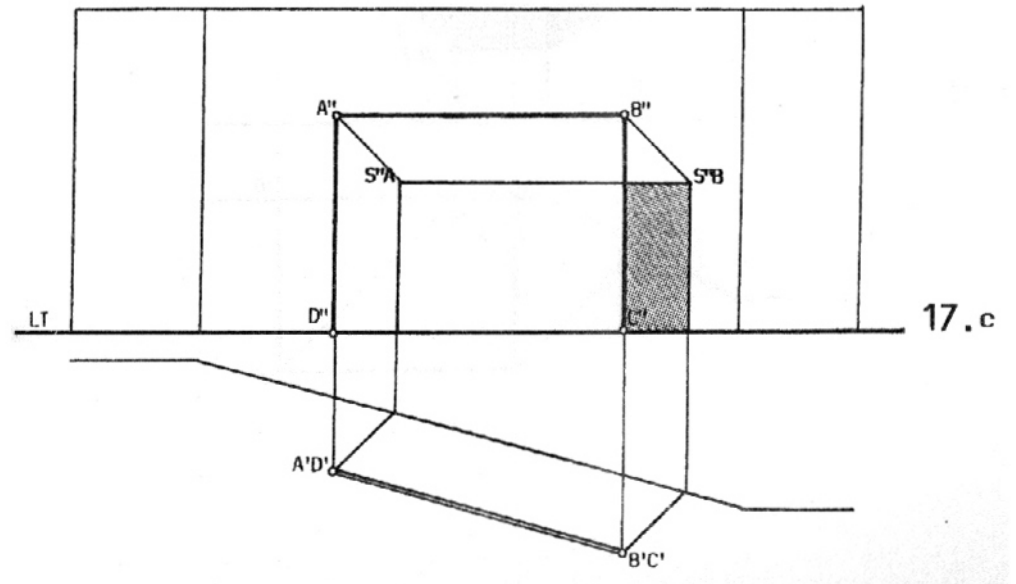


b- Sombra arrojada sobre el Plano Vertical y el Horizontal.



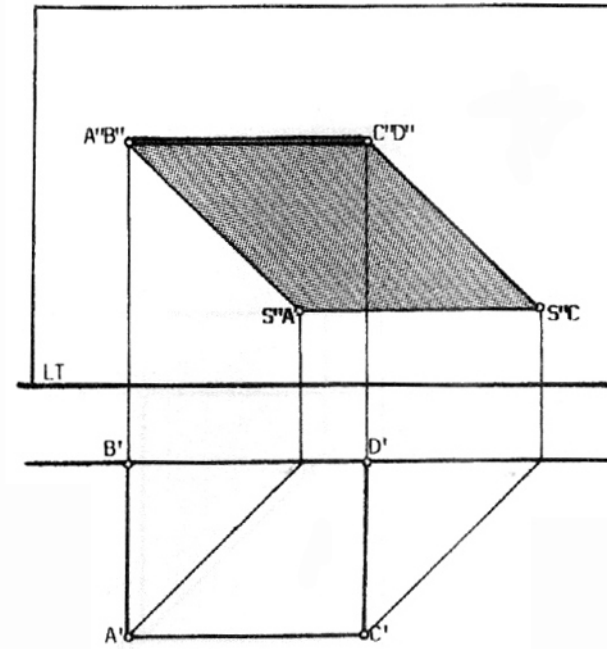
c- Sombra arrojada sobre un plano paralelo al segmento de plano ABCD.

Nótese que en todos los casos la sombra arrojada por el segmento de plano es el área comprendida entre las sombras de los segmentos de recta que limitan al plano. Para hallarla basta encontrar las sombras de dichos segmentos.



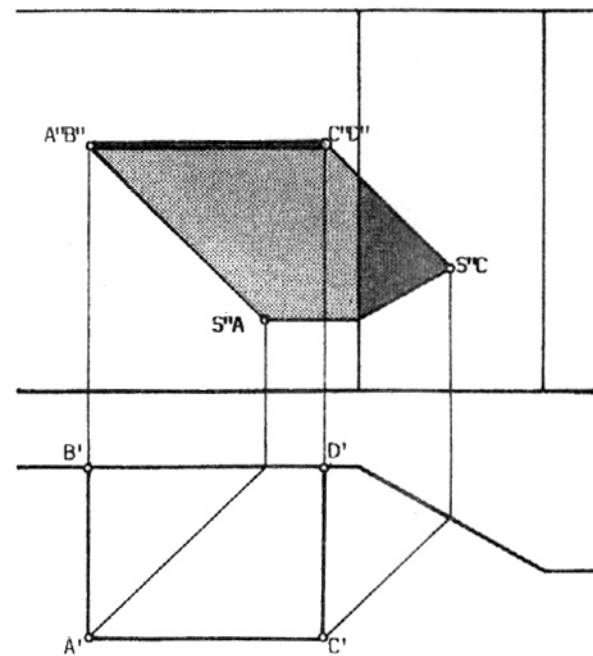
18
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE PLANO HORIZONTAL ABCD.

a- Sombra arrojada sobre un plano vertical.



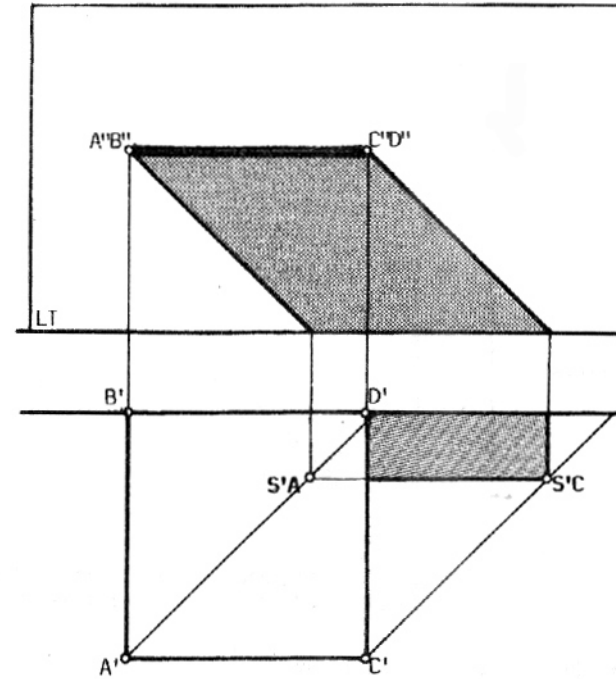
18.a

b- Sombra arrojada sobre un plano vertical y otro plano vertical oblicuo con respecto a los límites del plano.



18.b

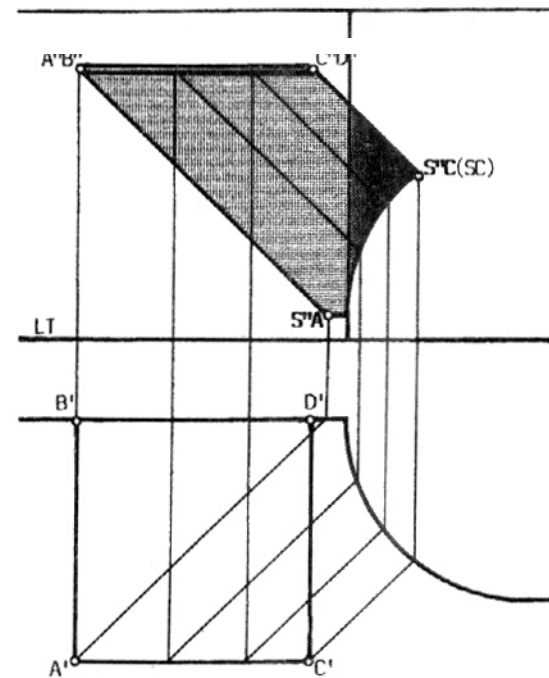
c- Sombra arrojada sobre el Plano Vertical y el Plano Horizontal.



18.c

D- Sombra arrojada sobre el Plano Vertical y una superficie curva de generatrices verticales.

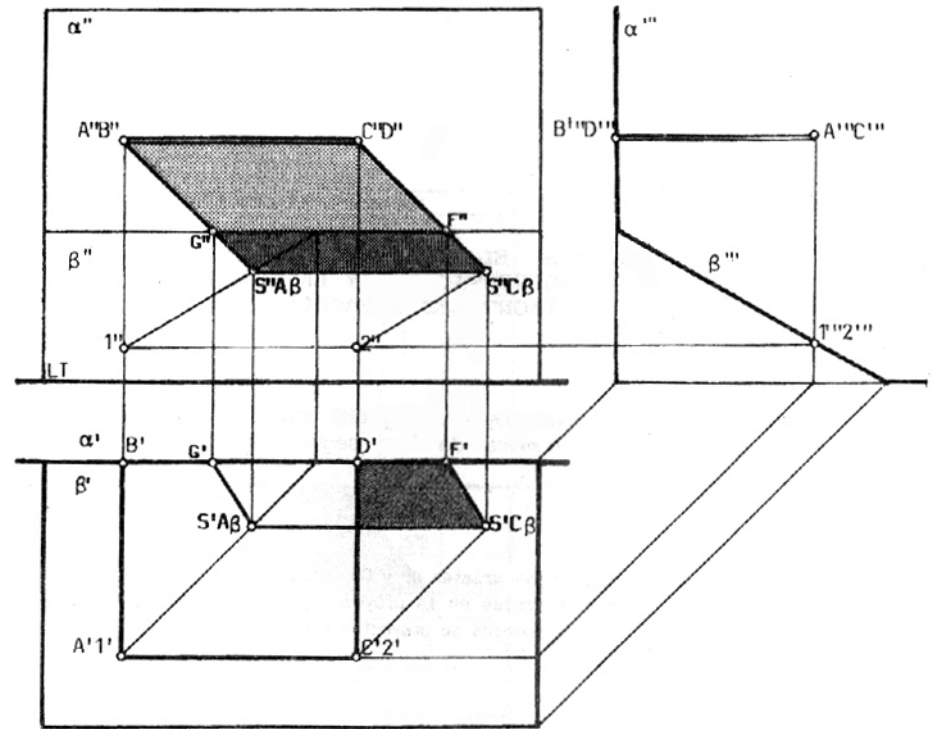
Nótese que como en los casos anteriores el problema se reduce a trazar la sombra de los segmentos que limitan a la superficie plana.



18.d

19
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE PLANO HORIZONTAL ABCD,
SOBRE EL PLANO VERTICAL α Y EL PLANO INCLINADO β .

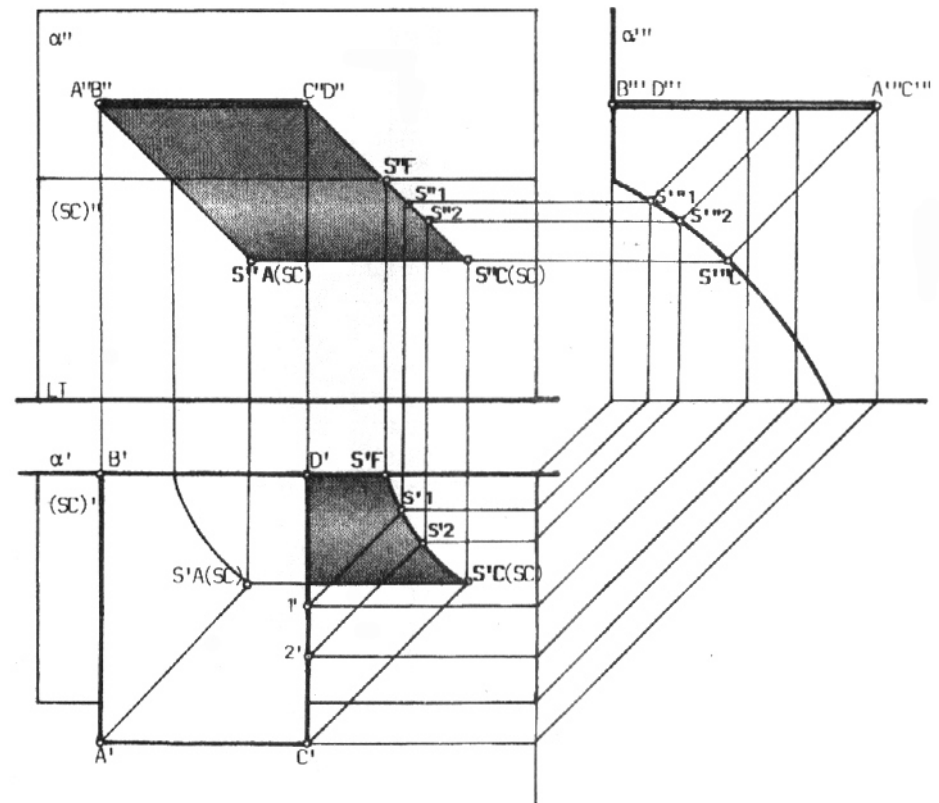
El segmento AC es paralelo al plano β .
 Los puntos 1 y 2 son las proyecciones ortogonales de los puntos A y C sobre el plano inclinado β .
 Para hallar la sombra arrojada por el segmento de plano ABCD se procede como en los casos anteriores.
 Ver ejemplos 14 y 18^a.

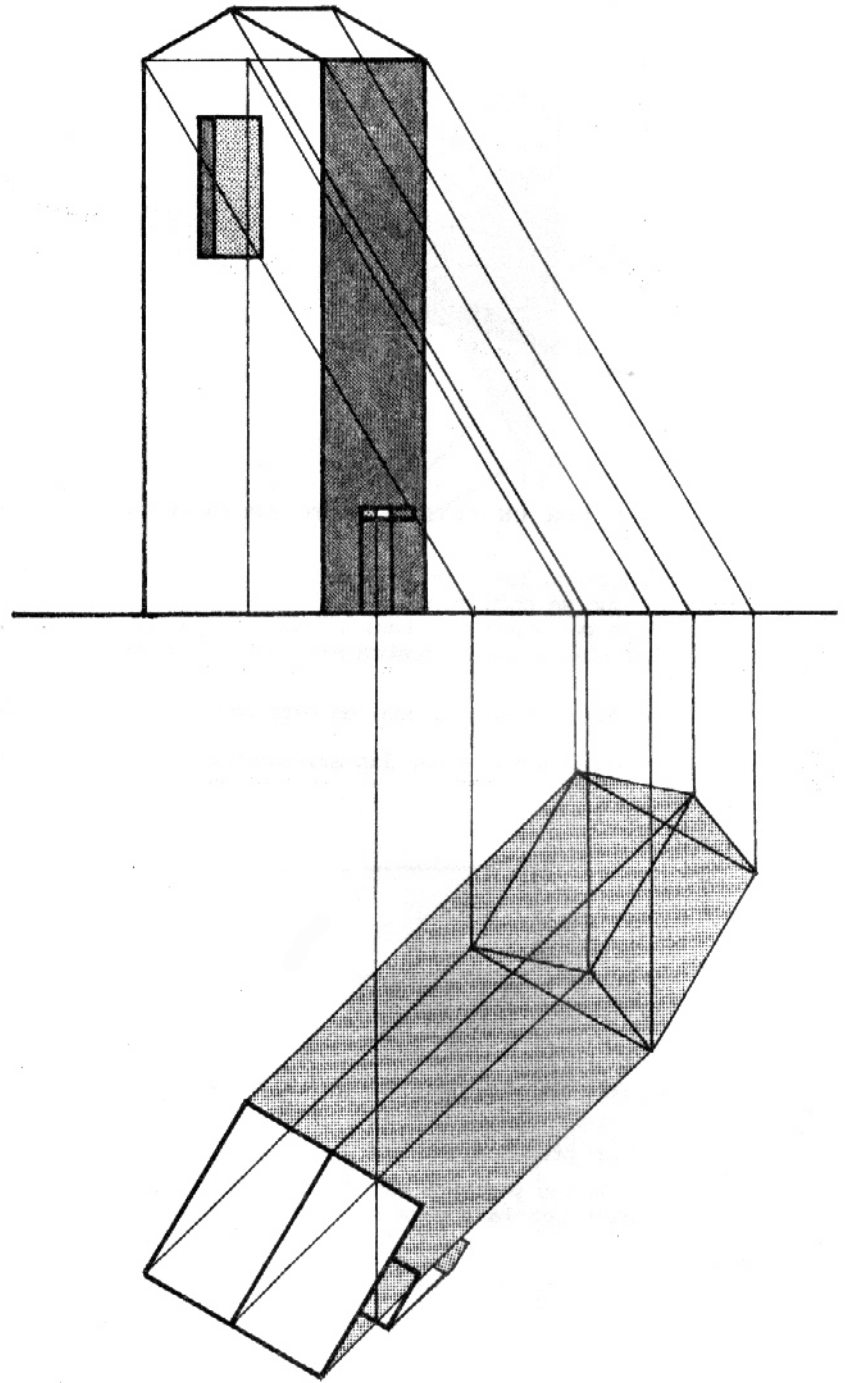
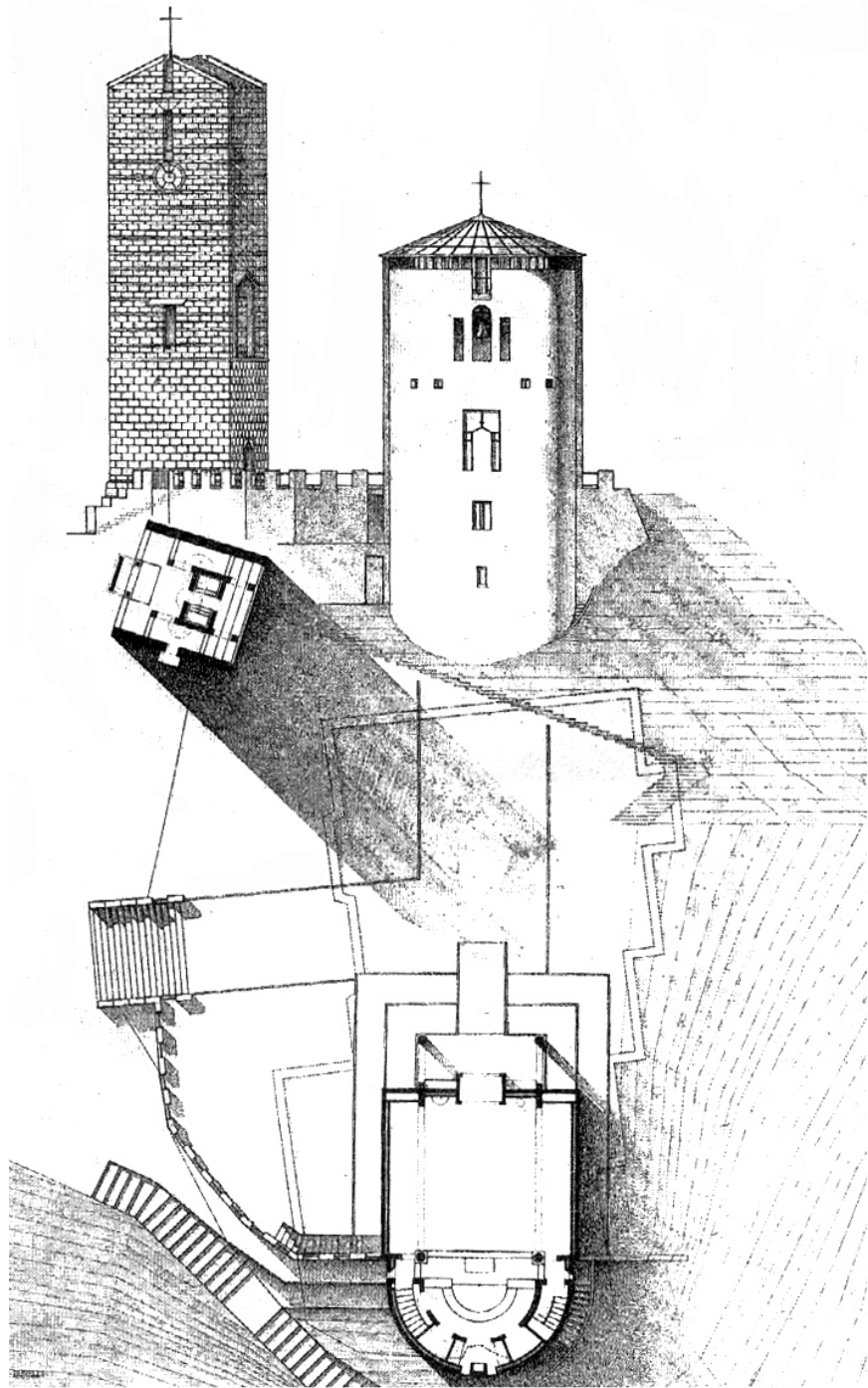


20
SOMBRA ARROJADA POR EL SEGMENTO DE PLANO
HORIZONTAL ABCD, SOBRE EL PLANO VERTICAL α Y LA SUPERFICIE
CURVA SC DE GENERATRICES HORIZONTALES Y PARALELAS A LT.

Con ayuda de la tercera proyección y del rayo inverso encontramos, punto por punto, la sombra de los segmentos AB y CD sobre la superficie curva.

Obsérvese que las sombras de las aristas AB y CD, perpendiculares al Plano Vertical α , se proyectan según dos rectas en la proyección vertical, mientras que en la proyección horizontal, ambas sombras se proyectan como líneas curvas.

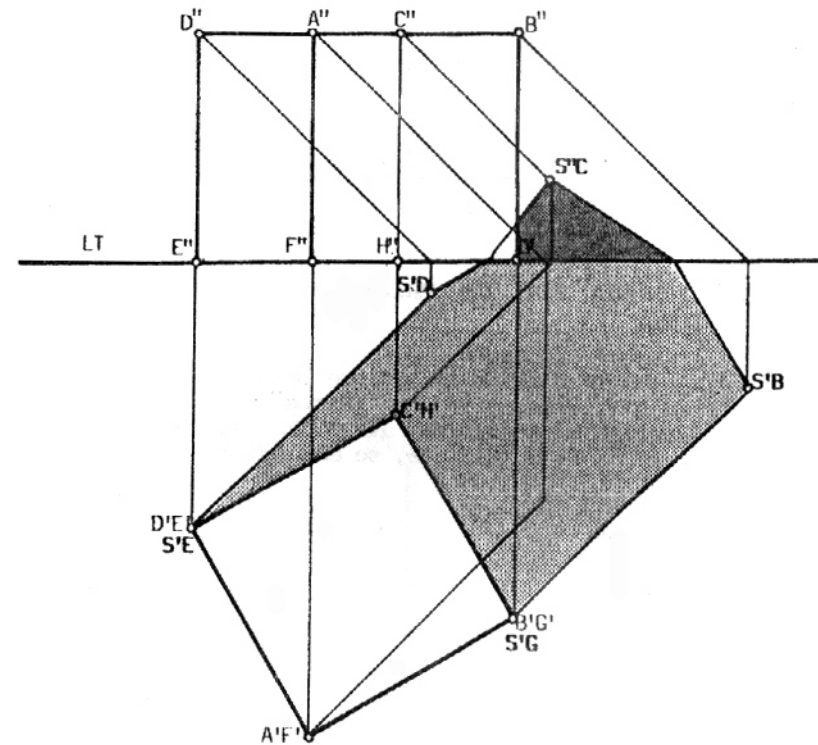
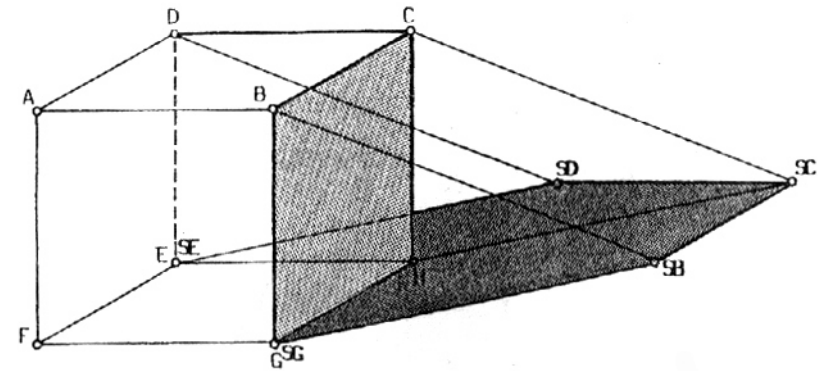




21
**SOMBRA ARROJADA POR UN PRISMA RECTO APOYADO
 EN EL PLANO HORIZONTAL**

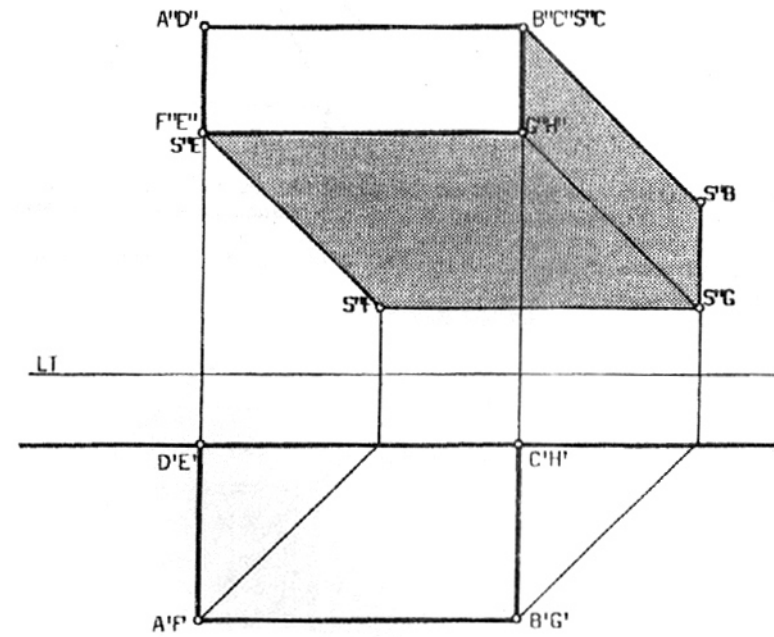
Primeramente se definen las aristas que separan las caras iluminadas de las caras que se encuentran en **sombra propia**. La sombra arrojada por estas aristas, llamadas **separatrices de luz y sombra**, son los límites de la **sombra arrojada** por el prisma.

Las separatrices de luz y sombra son, en este caso, las aristas GB, BC, CD y DE. Las caras del prisma limitadas por las aristas GBCH y HCDE están en sombra propia.



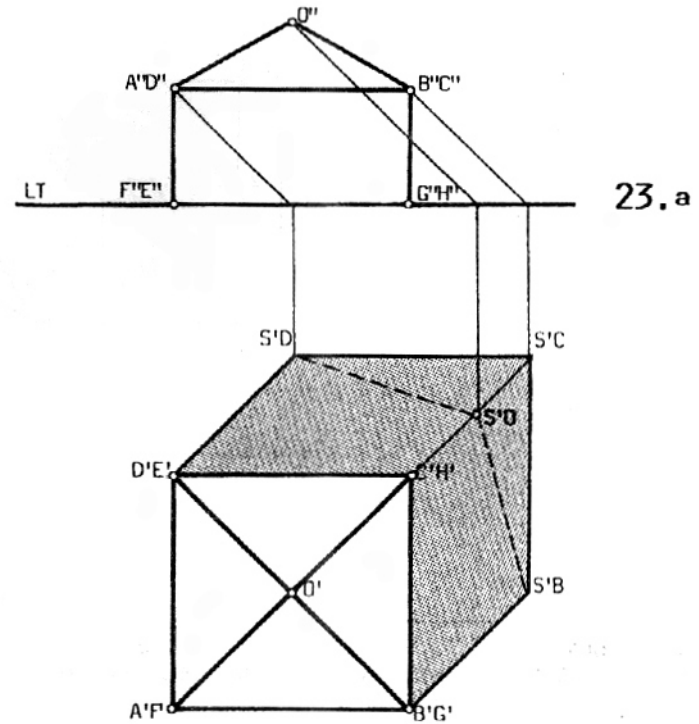
22
SOMBRA ARROJADA POR UN PRISMA RECTO APOYADO
EN EL PLANO VERTICAL

Se realiza el mismo procedimiento que en el caso anterior. Las separatrices de luz y sombra son EF, FG, GB y BC.
En este caso particular la sombra se proyecta totalmente sobre el Plano Vertical.

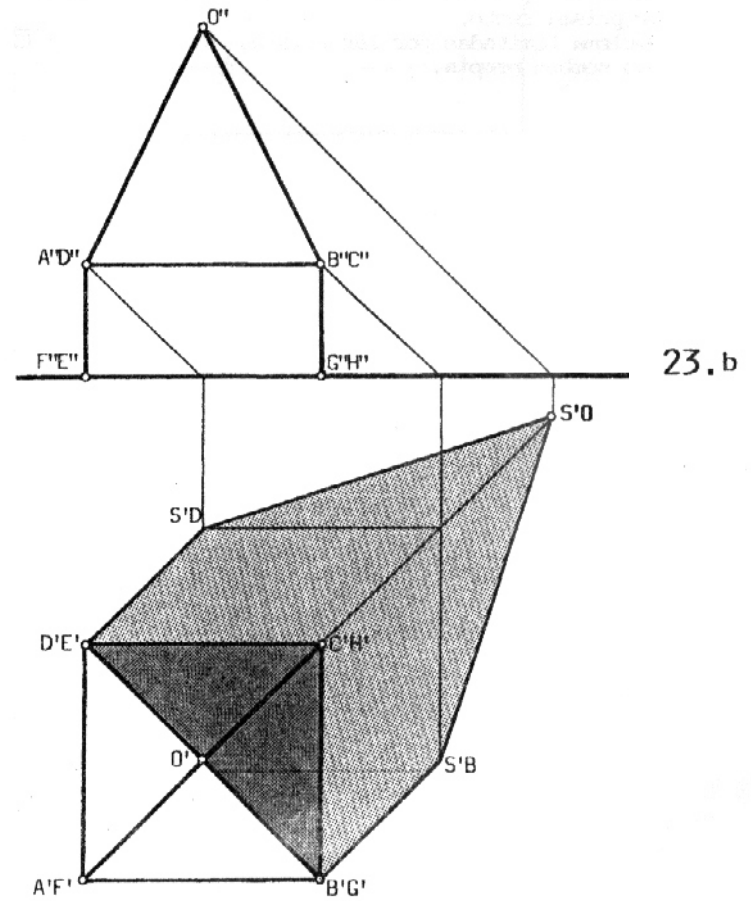


23
SOMBRA ARROJADA POR UN PRISMA Y UNA PIRÁMIDE RECTOS
SUPERPUESTOS

a- La altura de la pirámide es tal que las aristas OB, OC, y OD se encuentran por debajo de los planos de luz que contienen respectivamente a las aristas BC y CD. Como consecuencia, las caras OBC y OCD de la pirámide, se encuentran iluminadas.

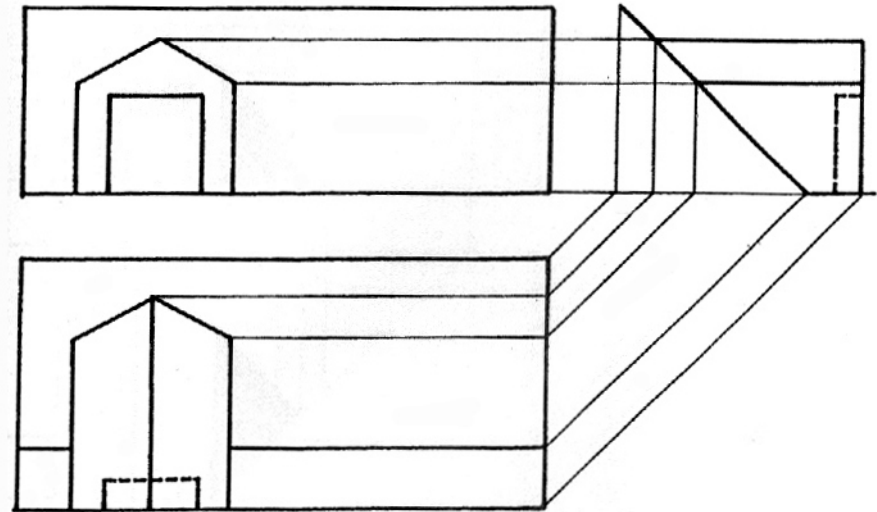


b- En este caso, la altura de la pirámide es tal, que las aristas OB, OC y OD, se encuentran sobre los planos de luz que respectivamente pasan por las aristas BC y CD. Como consecuencia, las caras OBC y OCD de la pirámide, están en sombra propia.



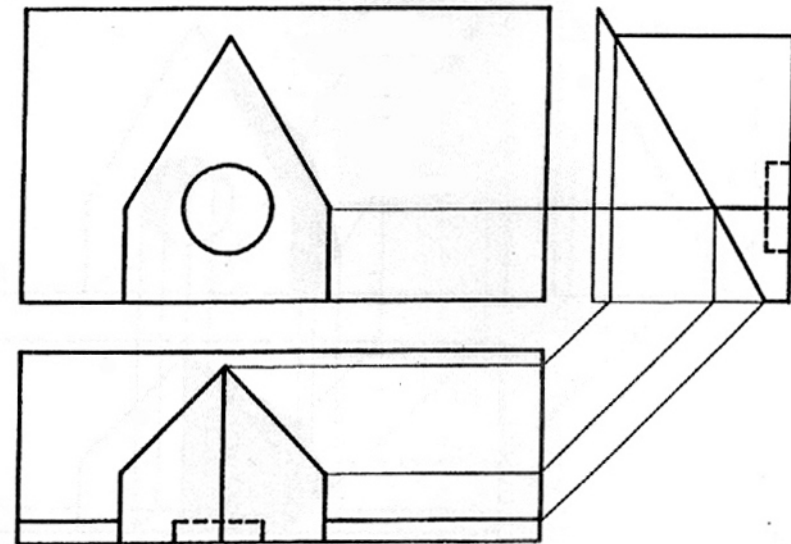
25
SOMBRA ARROJADA POR UN VOLUMEN SOBRE UN PLANO INCLINADO

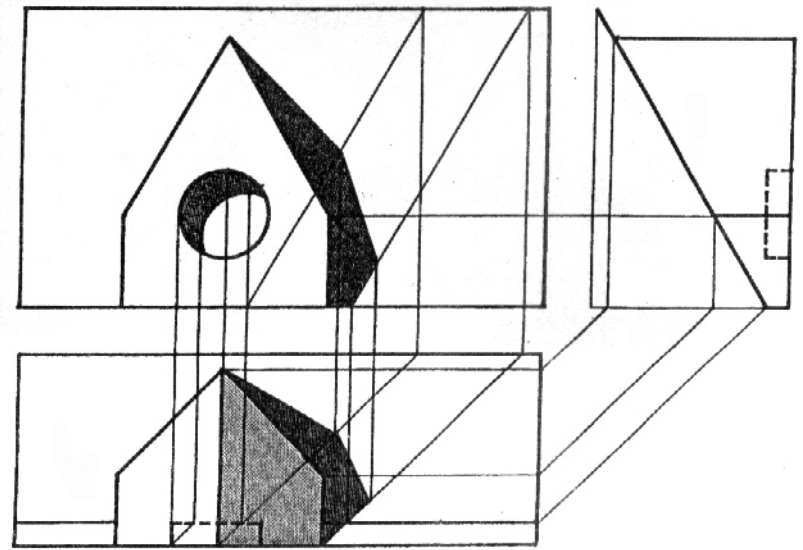
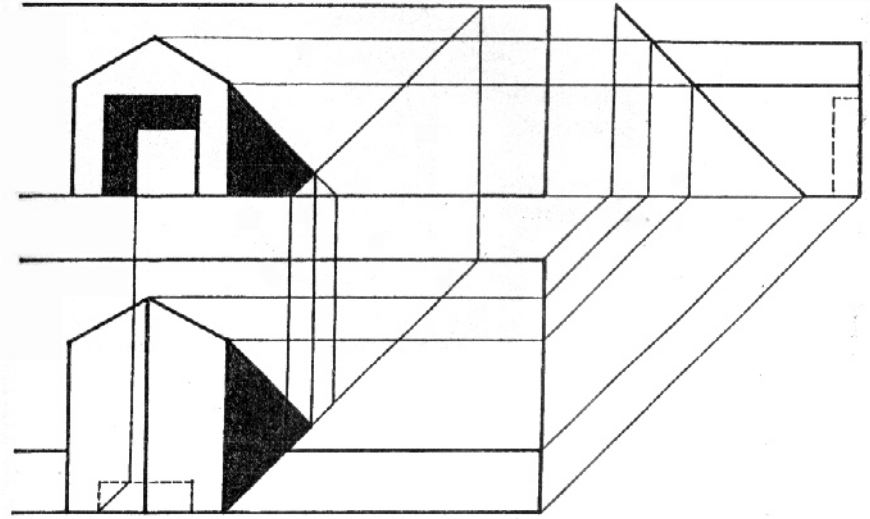
Hallar la sombra arrojada por el volumen representado en la figura sobre el plano inclinado.
Considerar la dirección de un rayo luminoso convencional proveniente de un foco luminoso natural.

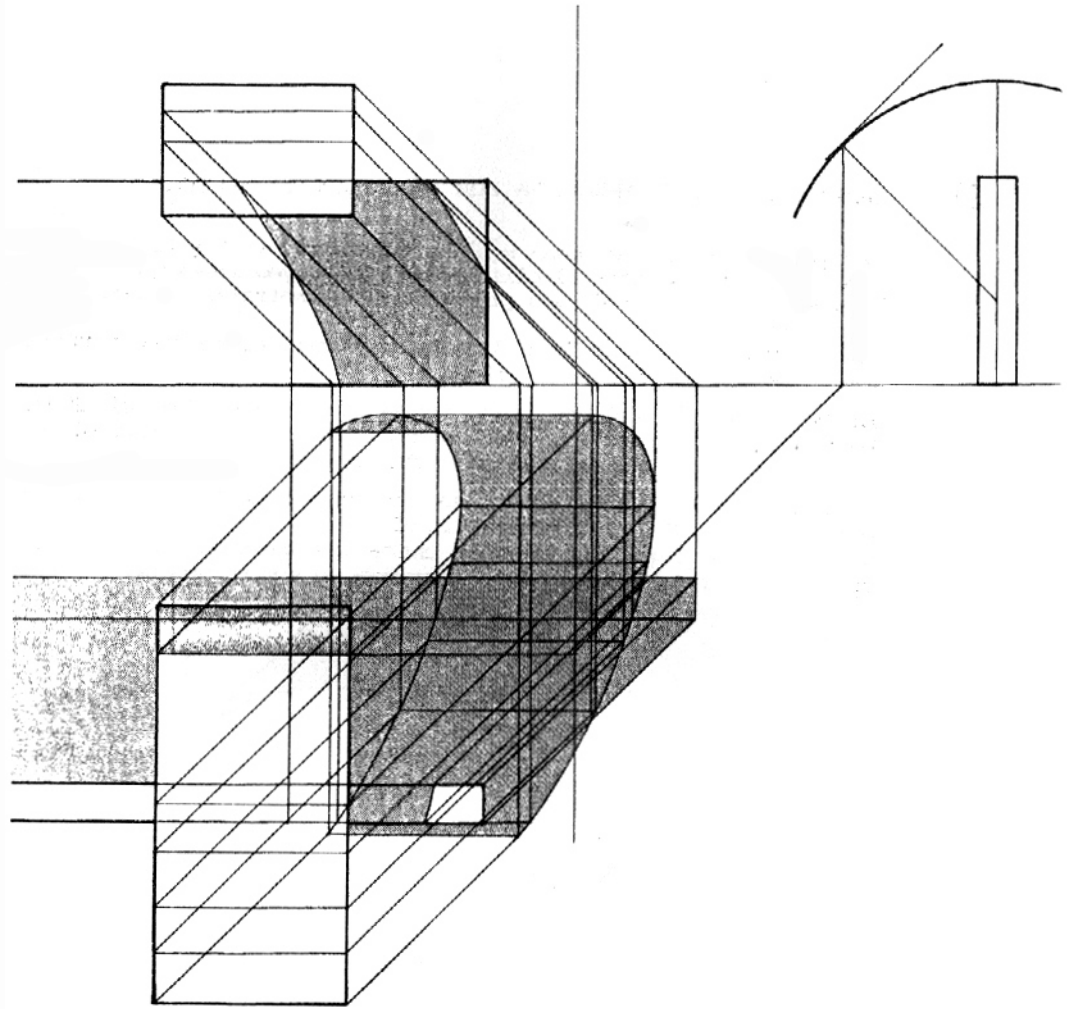
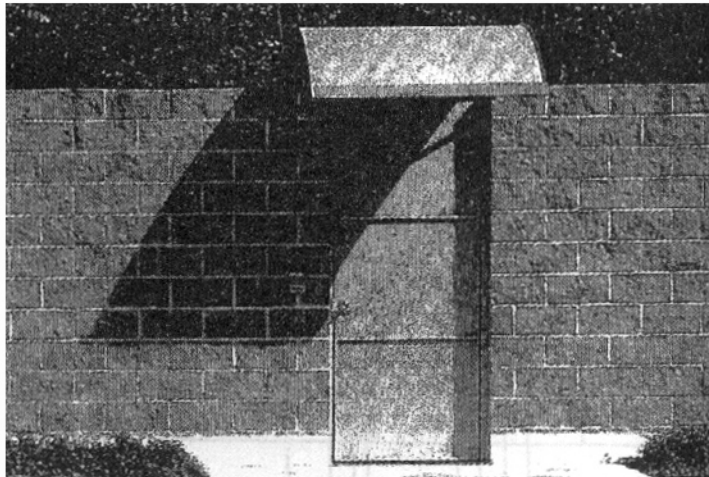
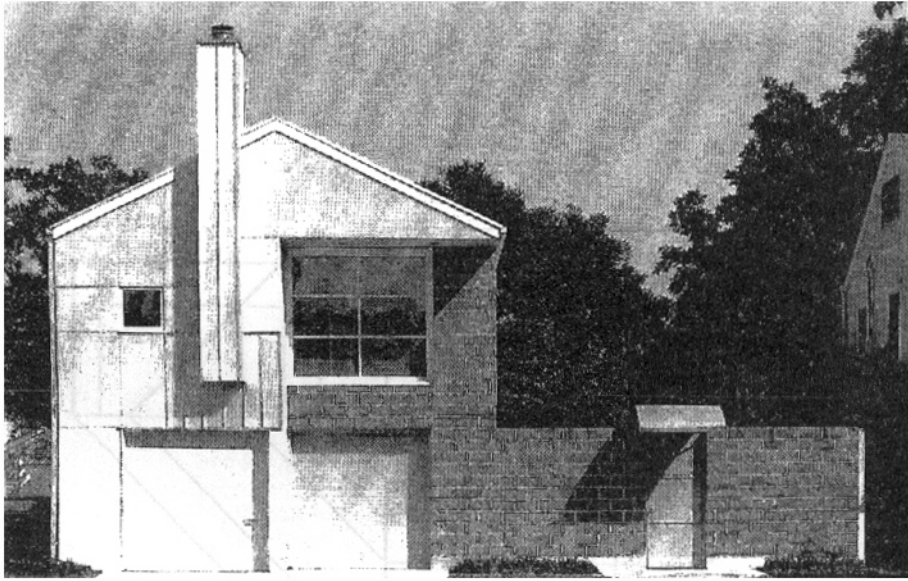


26
SOMBRA ARROJADA POR UN VOLUMEN SOBRE UN PLANO INCLINADO

Hallar la sombra arrojada por el volumen representado en la figura sobre el plano inclinado.
Considerar la dirección de un rayo luminoso convencional proveniente de un foco luminoso natural.







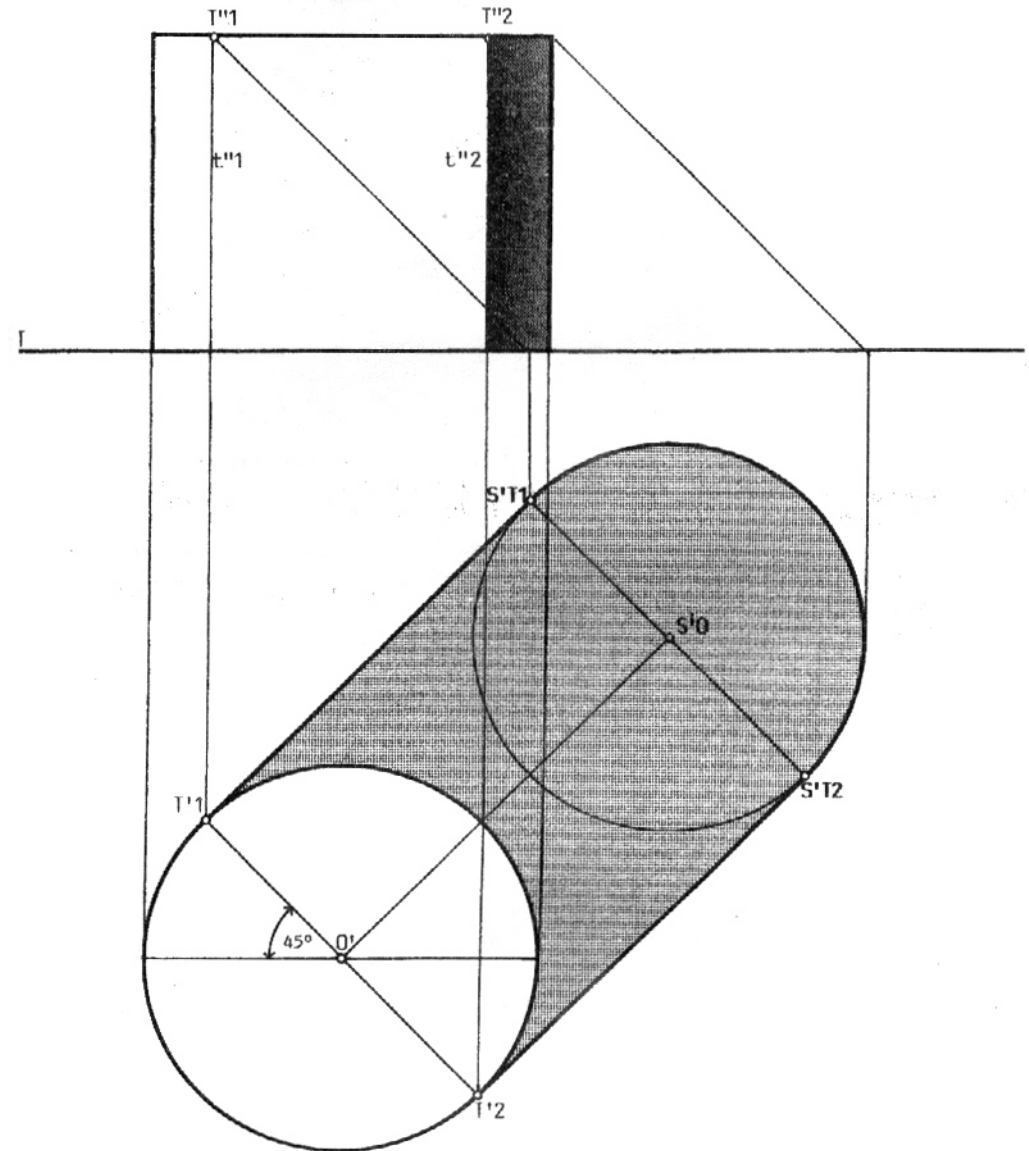
27

SOMBRA PROPIA Y ARROJADA POR UN CILINDRO RECTO

Los planos de luz que pasan por las generatrices t_1 y t_2 respectivamente, son tangentes al cilindro, y sus proyecciones geométrales tienen la dirección de las proyecciones geométrales de los rayos luminosos. Estos planos de luz definen las dos separatrices de luz y sombra que coinciden con las generatrices t_1 y t_2 .

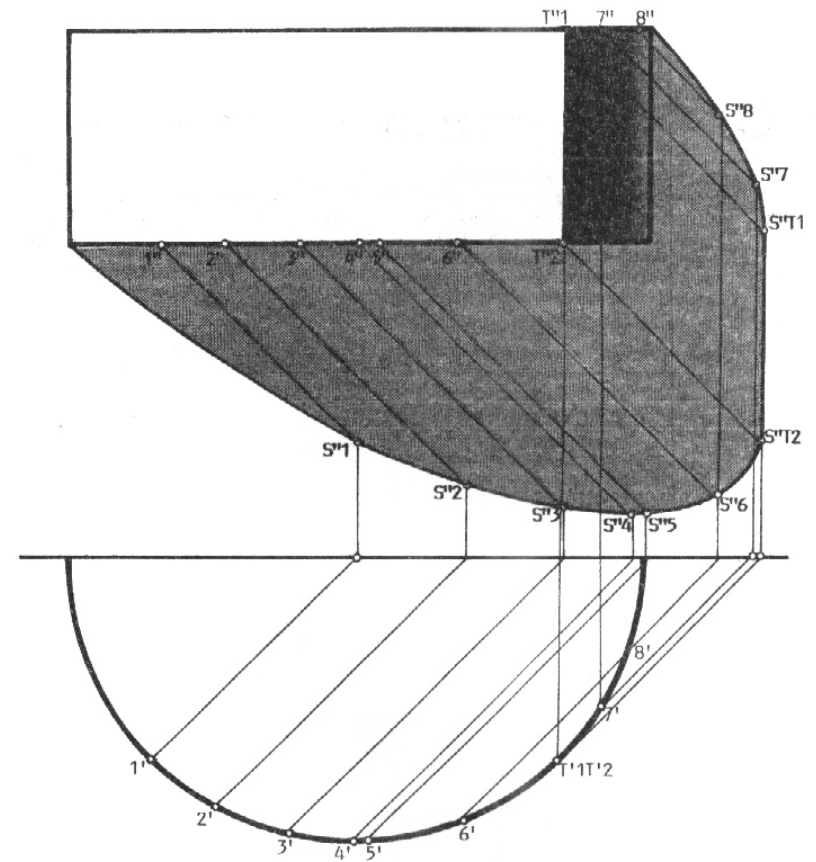
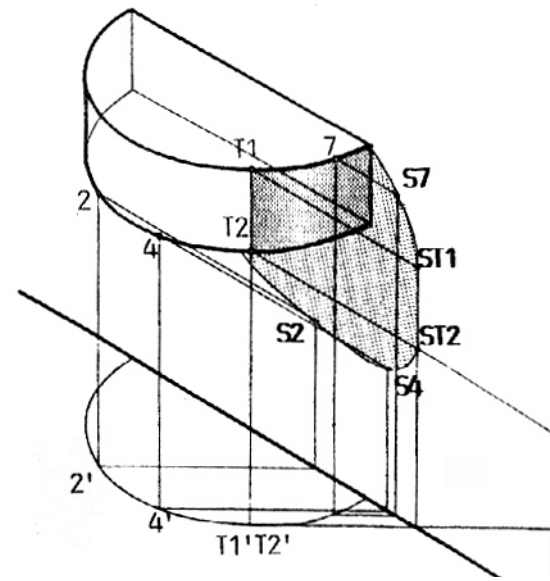
La base circular del cilindro arroja su sombra sobre el Plano Horizontal, según un círculo del mismo diámetro, pues ambos planos son paralelos, al igual que lo son entre sí los rayos luminosos.

La separatriz de luz y sombra es la generatriz t_1 , el arco de circunferencia T_1T_2 y la generatriz t_2 . La superficie curva comprendida entre las generatrices t_1 y t_2 -opuesta a la fuente luminosa- se encuentra en sombra propia.



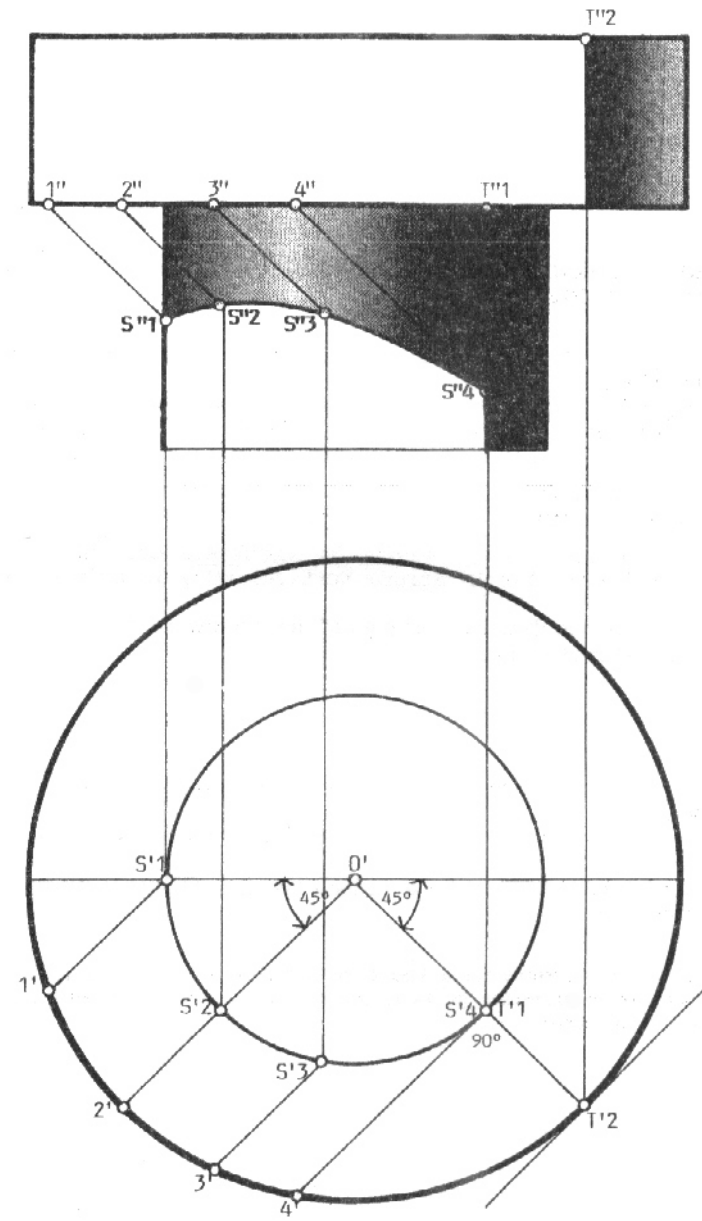
28
SOMBRA PROPIA Y ARROJADA POR UNA SUPERFICIE CILÍNDRICA
CON GENERATRICES VERTICALES, SOBRE UN PLANO VERTICAL

Hallar la sombra propia y arrojada por una superficie cilíndrica sobre un plano vertical iluminada por el foco de luz natural (rayo luminoso convencional).



29
SOMBRA PROPIA Y ARROJADA POR UNA SUPERFICIE CILÍNDRICA
SOBRE OTRA SUPERFICIE CILÍNDRICA Y CONCÉNTRICA

Hallar la sombra propia y arrojada por la superficie cilíndrica de mayor sección sobre la superficie cilíndrica de menor sección, bajo la presencia de un foco luminoso natural (rayo luminoso convencional).



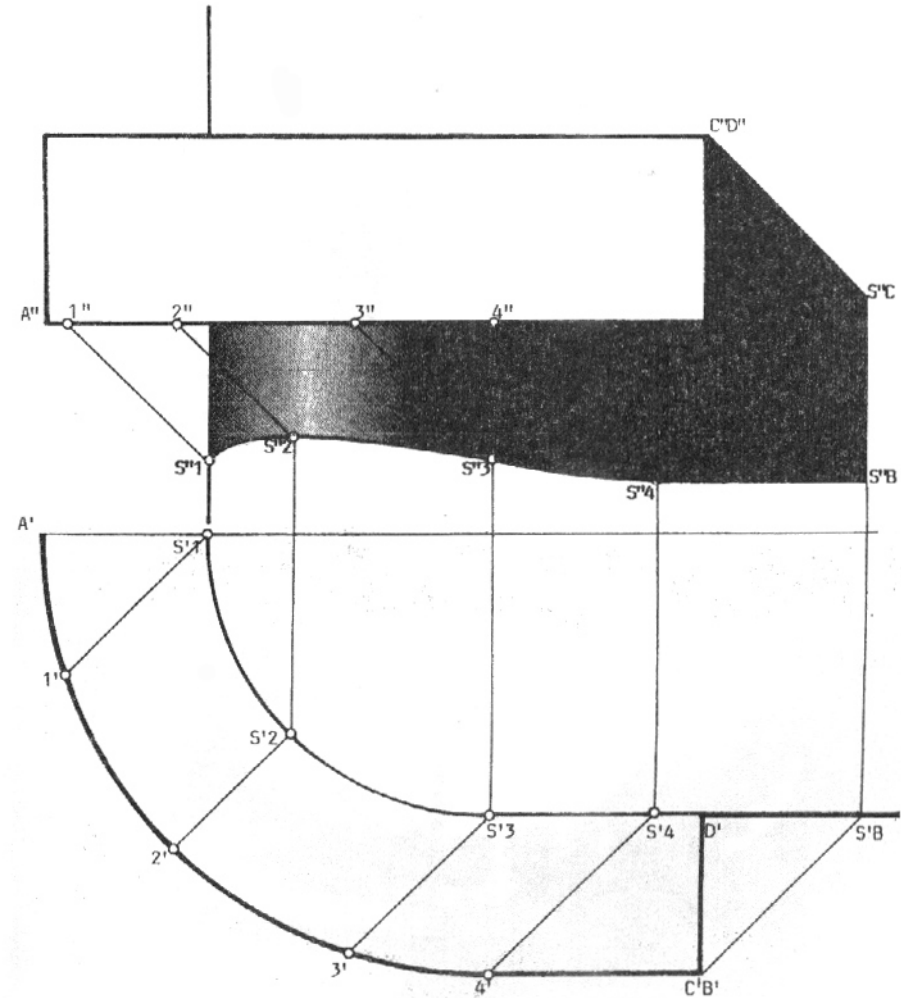
30
SOMBRA ARROJADA POR UNA SUPERFICIE CURVA Y PLANA SOBRE OTRA PARALELA

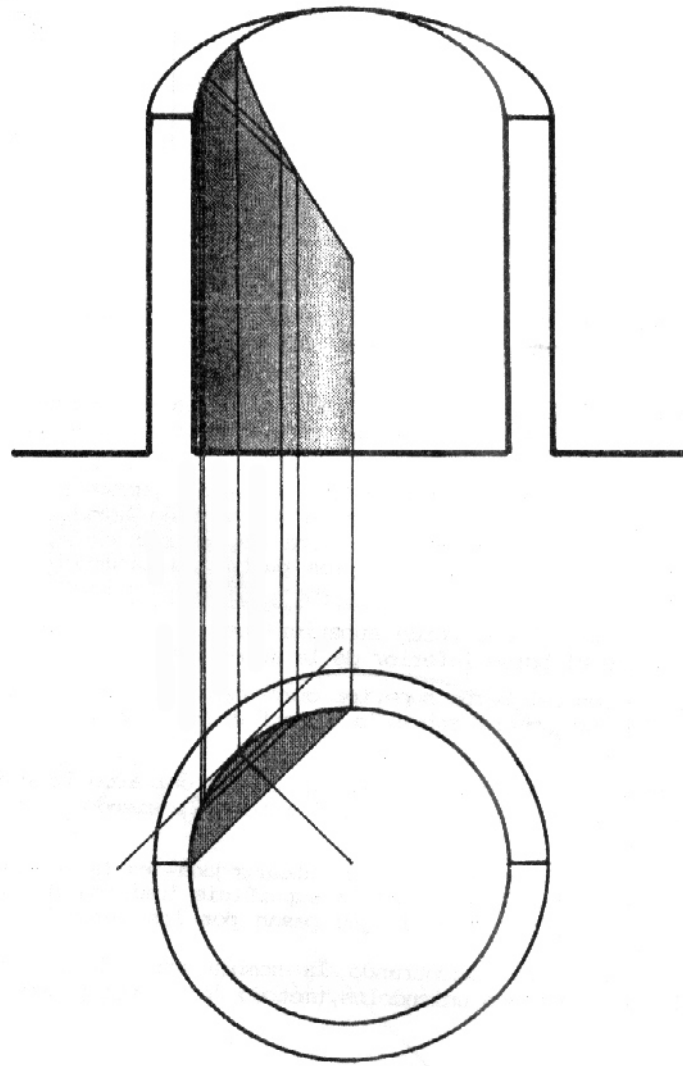
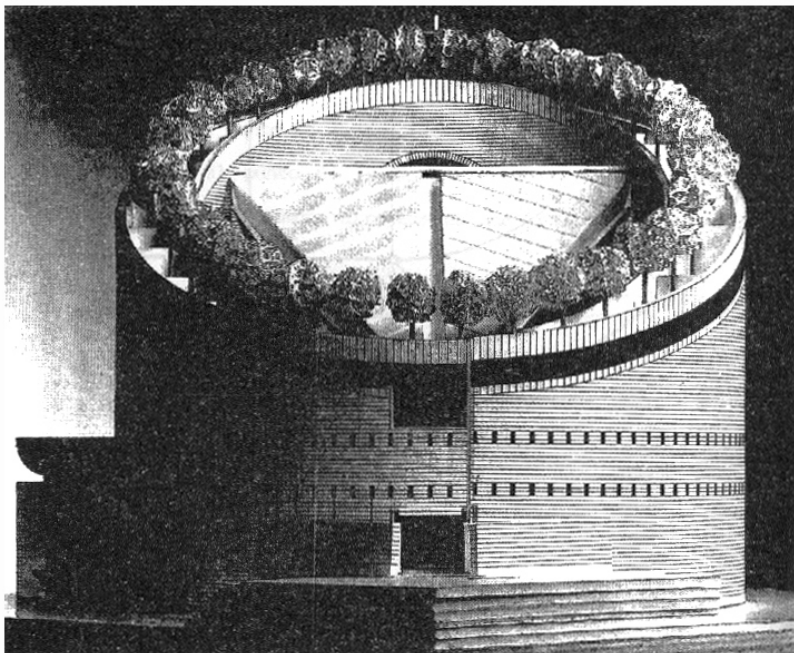
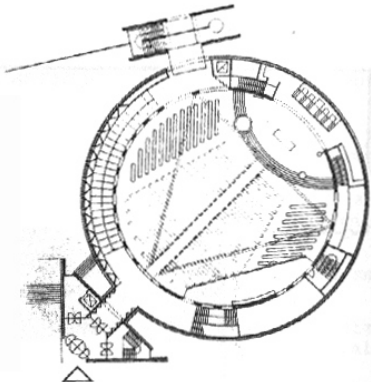
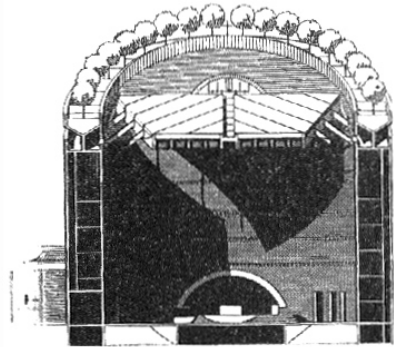
Las superficies curvas son cilíndricas y tienen sus generatrices verticales.
 La superficie curva comprendida entre las generatrices verticales que pasan por los puntos A y 4 es cilíndrica. Del punto 4 al punto B la superficie es plana y vertical.

Las mismas características tiene la superficie sobre la que se arroja la sombra.
 La separatriz de luz y sombra es la arista curva A4, la arista recta horizontal 4B, la arista vertical BC y la arista horizontal CD. Por el método de "punto por punto" se encuentra la sombra arrojada por la arista circular.

Del punto S1 al punto S3 la sombra es arrojada sobre la superficie curva.
 Del punto S3 al punto S4 la sombra es arrojada sobre el plano vertical.
 A partir de S4 la sombra arrojada es una línea recta paralela al segmento 4B.

Nótese que el segmento de curva S1S3 tiene diferente curvatura que el segmento S3S4.
 El punto S2 es el superior de la sombra debido a que el segmento de rayo luminoso 2S2 es el más corto.

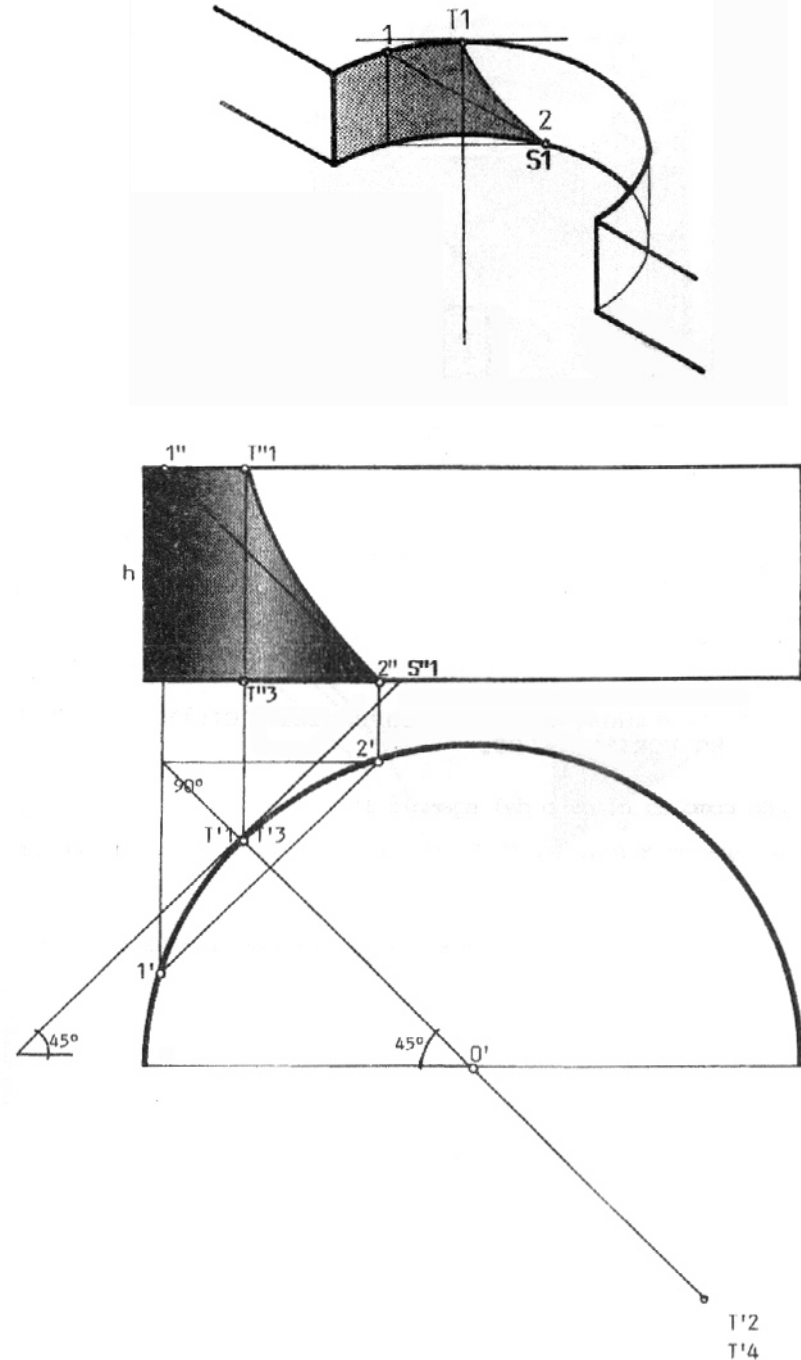




31
SOMBRA ARROJADA POR UNA SUPERFICIE CILÍNDRICA,
DE GENERATRICES VERTICALES, SOBRE SÍ MISMA

En el borde superior de la superficie cilíndrica se define el punto T1 de tangencia de la dirección del rayo luminoso con la superficie cilíndrica. El arco de circunferencia comprendido entre los puntos T2 y T1 del borde superior (recorriendo el arco en sentido horario) es una separatriz de luz y sombra. La otra separatriz es el arco de circunferencia comprendido entre los puntos de tangencia T3 y T4 del borde inferior. Se halla el punto 1 del borde superior que arroja su sombra en el punto 2, sobre el borde inferior de la superficie. Todos los puntos del borde superior comprendidos entre los puntos 1 y T1 arrojan su sombra sobre la superficie cilíndrica entre los puntos T1 y 2. Para encontrar el punto 1 se traza la cuerda del arco 12 simétrica respecto al radio OT1 cuya longitud mide $h\sqrt{2}$, siendo h la altura del cilindro.

La curva T12 -límite de la sombra autoarrojada- es la intersección con la superficie cilíndrica de la superficie luminosa formada por los infinitos rayos luminosos que pasan por los infinitos puntos del arco 1T1. Esta curva se traza encontrando la sombra arrojada por algunos puntos del arco y luego uniéndolos (método "punto por punto").

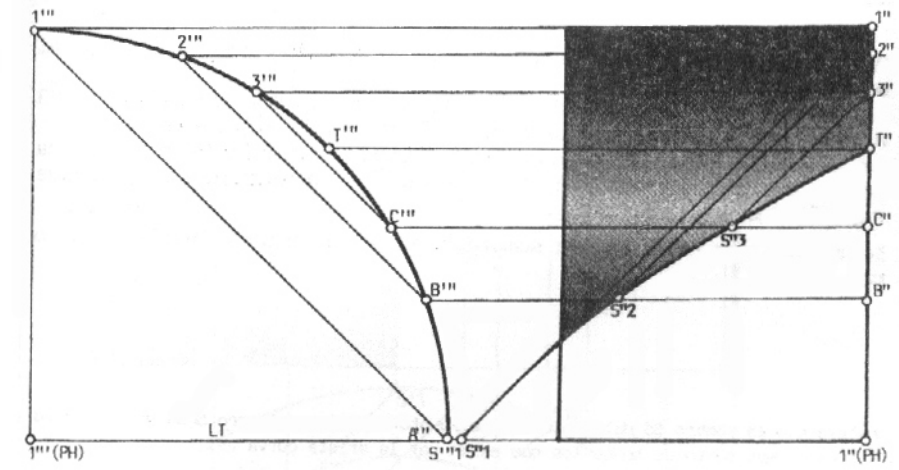
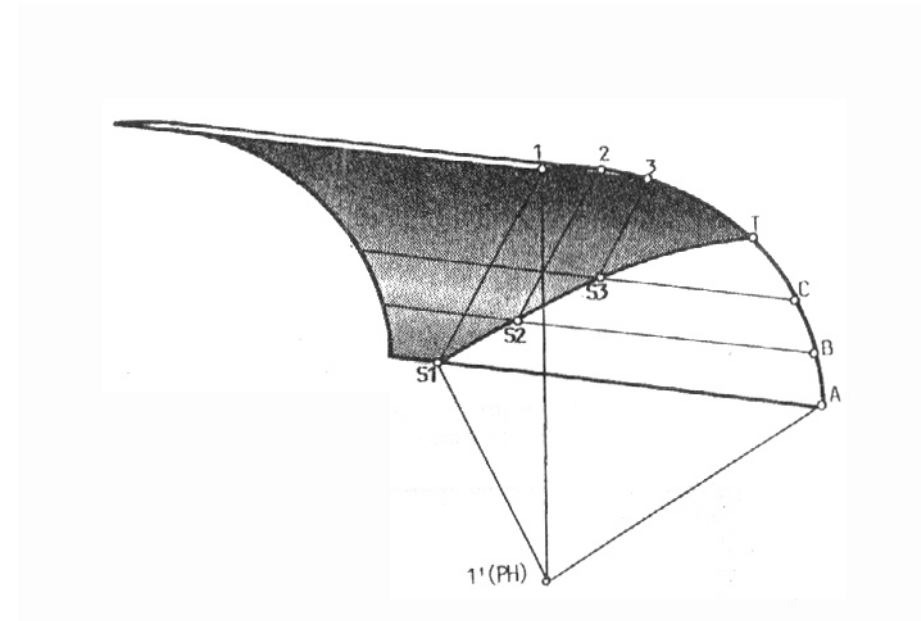


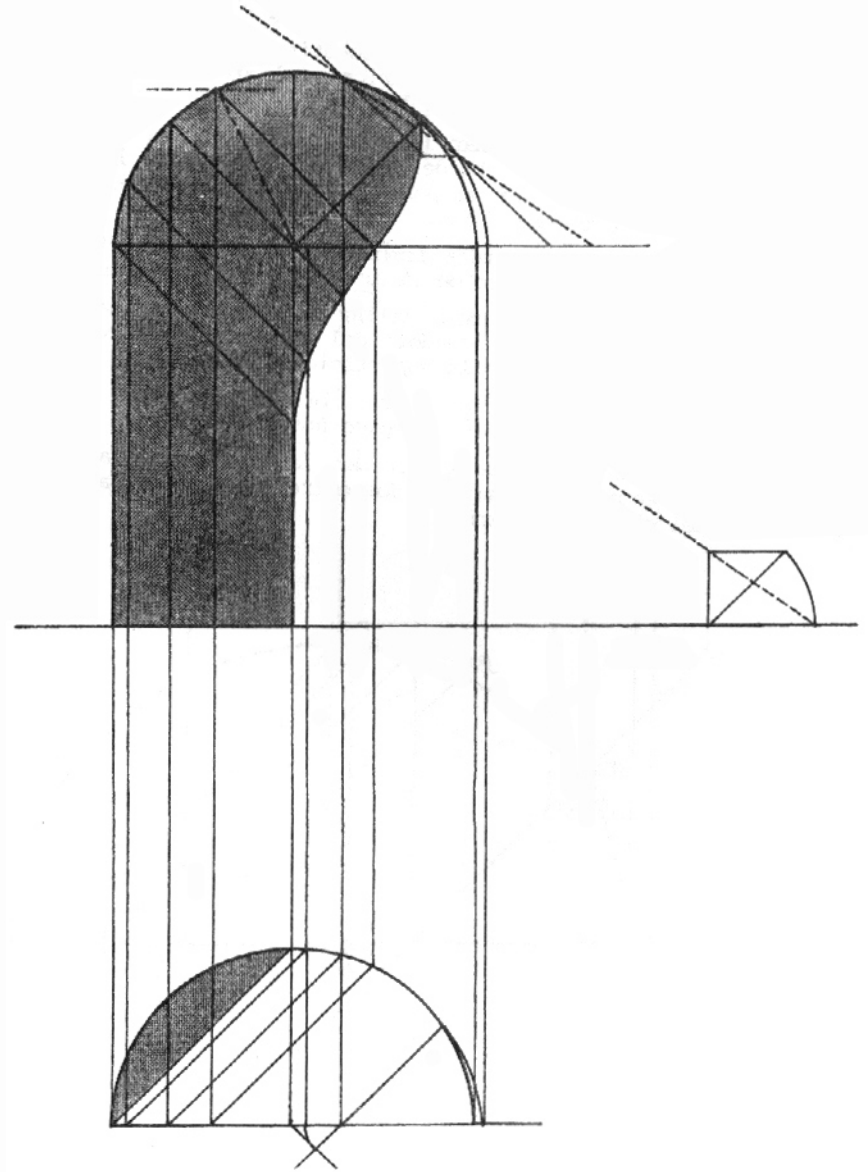
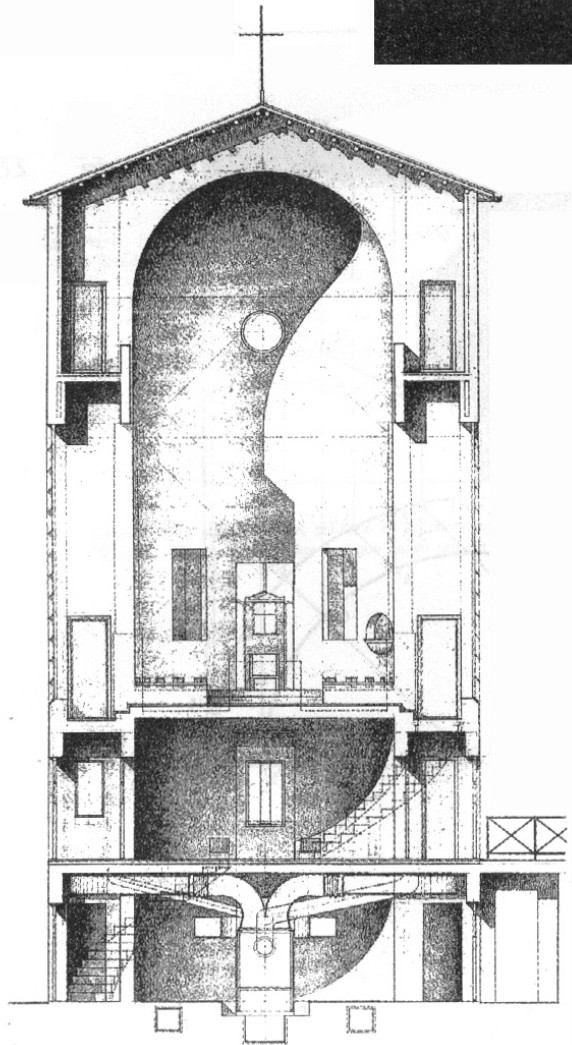
32
SOMBRA AUTOARROJADA POR UNA SUPERFICIE CILÍNDRICA
CON GENERATRICES HORIZONTALES

Se procede como en el caso del ejemplo 31.

Nota: Los segmentos de recta 1A, 2B, 3C, son paralelos a la tangente a la curva en el punto T.

Nota: En este caso particular, se consideró un rayo luminoso simétrico al convencional.





34

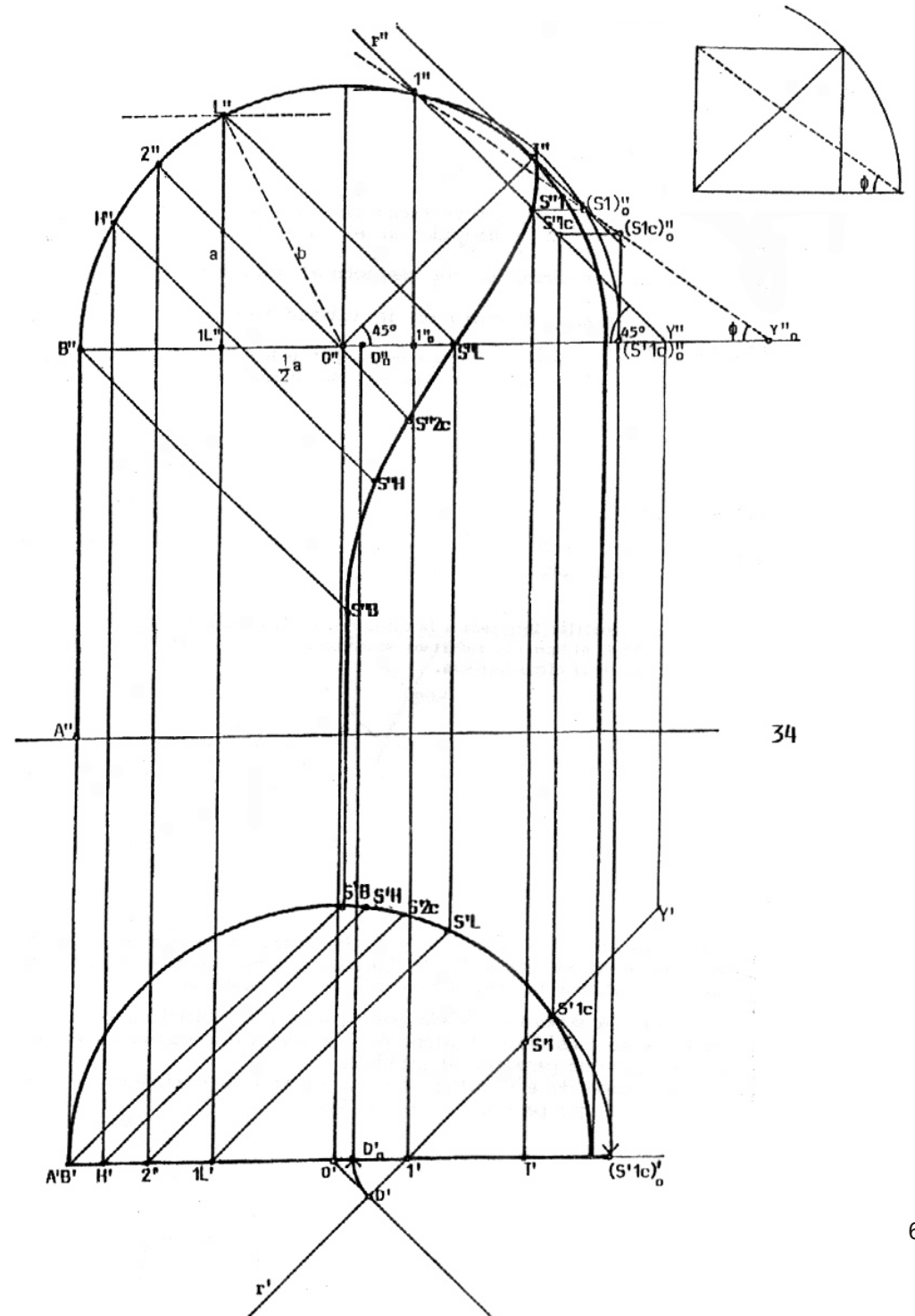
SOMBRA ARROJADA POR UN NICHU ESFÉRICO

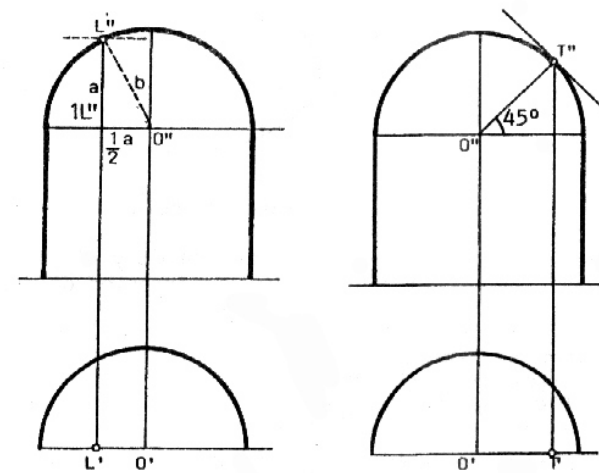
Se trata de la superficie interior de la cuarta parte de una esfera apoyada en medio cilindro del mismo diámetro. La separatriz de luz y sombra está constituida por las dos aristas verticales de la superficie cilíndrica y el arco de circunferencia del medio casquete esférico. Como sólo nos interesa trazar la sombra autoarrojada -es decir la sombra arrojada por este borde sobre la **superficie interior** del volumen- se debe encontrar el punto T, punto de tangencia del rayo luminoso con el borde del nicho.

El tramo de arista ABT arroja sombra sobre la superficie interior del nicho esférico; el resto de la arista lo hace en el exterior.

Otro punto límite que interesa hallar es el punto L, que arroja su sombra exactamente en el "ecuador" del casquete esférico, es decir en el encuentro de éste con la superficie cilíndrica.

El tramo de arista ABL, arroja sombra sobre la superficie cilíndrica, caso que ha sido estudiado en ejemplos anteriores. La nueva dificultad radica en trazar la sombra arrojada por los puntos de la separatriz comprendidos entre L y T sobre la superficie interior del casquete esférico.





1- Ubicación del punto T

Para ubicar el punto T bastará trazar por O'' el radio que abre 45° con el diámetro horizontal de la circunferencia hasta intersectar a ésta.

Dicha intersección es el punto T'' pues por él pasa la proyección vertical del rayo luminoso tangente a la circunferencia.

2- Ubicación del punto L

El punto L es uno de los vértices del cuadrado inscripto en la media circunferencia y apoyado en el diámetro horizontal de la misma.

Dicho cuadrado es simétrico con respecto al diámetro vertical de la circunferencia. Si por L se traza el radio de la circunferencia, se dibuja el triángulo L1LO. Llamamos a a la dimensión del segmento L1L y b a la del radio de la circunferencia. Aplicando el Teorema de Pitágoras, se deduce la dimensión a.

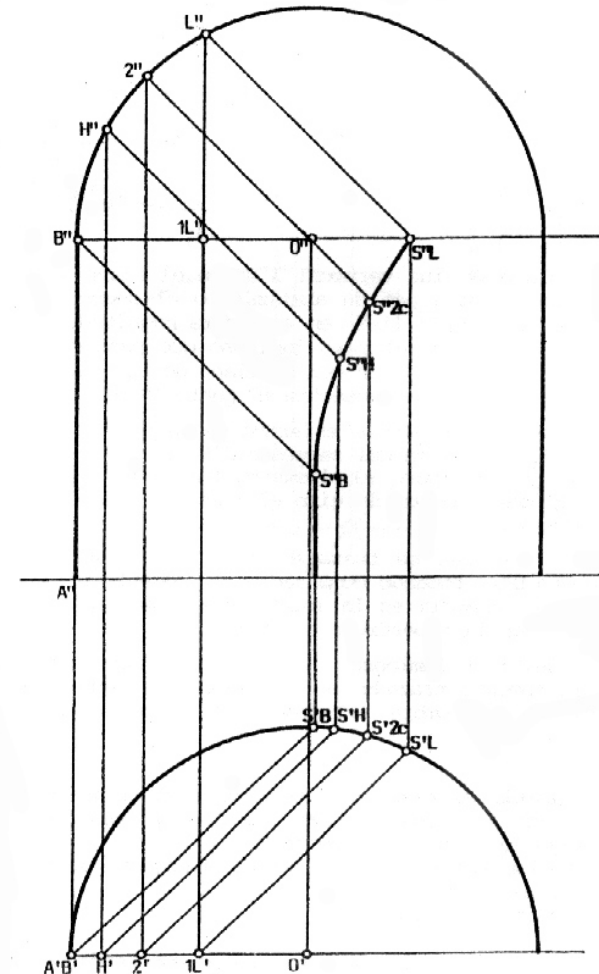
$$b^2 = a^2 + \left(\frac{1}{2}a\right)^2 \therefore a = \frac{2}{\sqrt{5}} b \therefore a = 0,89 b$$

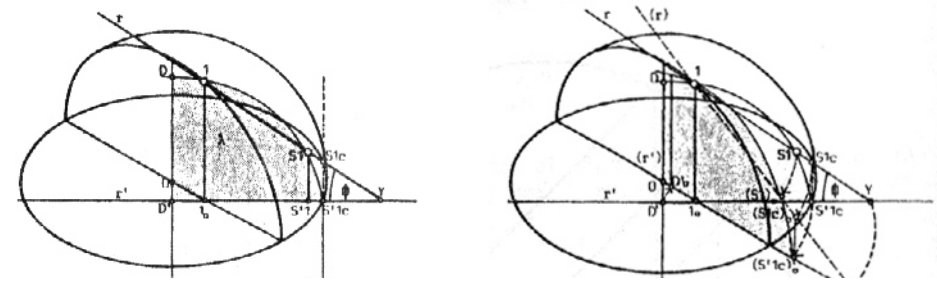
Bastará trazar una recta paralela al diámetro horizontal de la circunferencia a una distancia a del mismo para hallar, en la intersección con ésta, el punto L. (1)

(1) La recta auxiliar interseca a la circunferencia en dos puntos. El punto L al que nos referimos se encuentra a la izquierda del diámetro vertical de la circunferencia.

Una vez ubicados los puntos L y T, se traza la sombra de algunos puntos comprendidos entre B y L, tomados arbitrariamente. A modo de ejemplo se hallará la sombra arrojada por el punto 2.

Para hallar la sombra arrojada por el punto 2 sobre la superficie cilíndrica, se considera el plano de luz vertical λ que contiene al rayo luminoso que pasa por el punto 2. La intersección de este plano con la superficie cilíndrica es la recta vertical que pasa por el punto S2c.





3- Sombra arrojada por el punto 1 sobre el casquete

El punto 1 se encuentra ubicado entre el punto L y el punto T, por lo que arrojará sombra sobre la superficie interior del casquete esférico. Para hallarla se considera el plano de luz vertical λ que contiene al rayo luminoso que pasa por el punto 1. La intersección de este plano con la superficie cilíndrica es la recta vertical que pasa por el punto S1c representado en el dibujo por sus proyecciones horizontal y vertical- S'1c y S''1c respectivamente.

El punto S1c sería la sombra arrojada por el punto 1 sobre la superficie cilíndrica, suponiendo que ésta continuase por detrás del casquete esférico y si éste fuese transparente.

Si se abate el plano de luz vertical λ sobre el Plano Vertical de proyecciones, tomando como eje de abatimiento el segmento 11_0Y_0 en verdadera magnitud. El segmento $1''Y''_0$ pertenece al rayo luminoso que pasa por el punto 1, por lo tanto forma un ángulo ϕ con el Plano Horizontal. Sobre el rayo luminoso $1Y_0$ se encuentra el punto (S1c)₀.

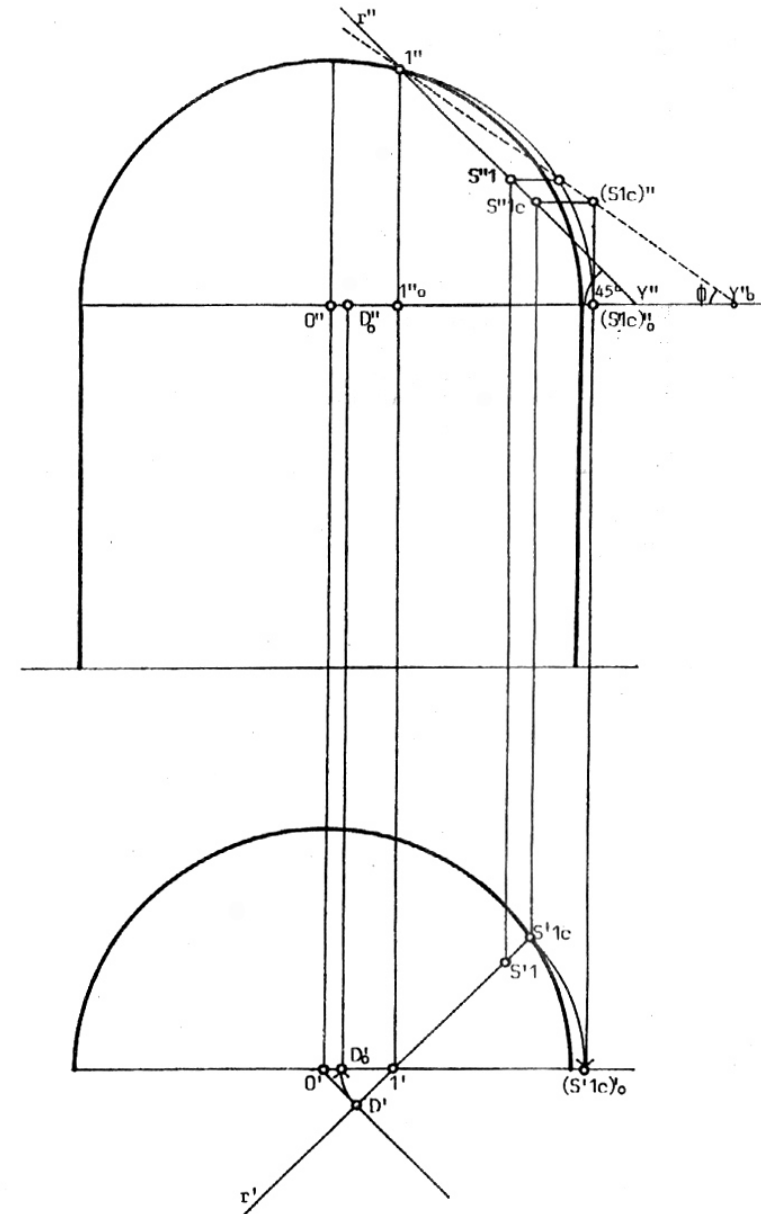
El plano λ interseca al casquete esférico según una circunferencia de radio igual a la dimensión del segmento D'S'1c. Si giramos dicho radio sobre el diámetro horizontal del casquete esférico, tomando como centro de giro el punto 1_0 , se obtienen los puntos D'0 y (S'1c)₀.

En la proyección vertical se traza el arco de circunferencia con centro en el punto D''0, tomando como radio el segmento D'(S'1c)'. Este arco de circunferencia es la intersección -abatida- del plano de luz vertical λ con la superficie esférica.

La intersección del rayo luminoso $1''Y''_0$ y el arco de circunferencia $1''(S'1c)''$ -recientemente trazado- es el punto (S1)''0 que corresponde al abatimiento de la sombra arrojada por el punto 1 sobre el casquete esférico.

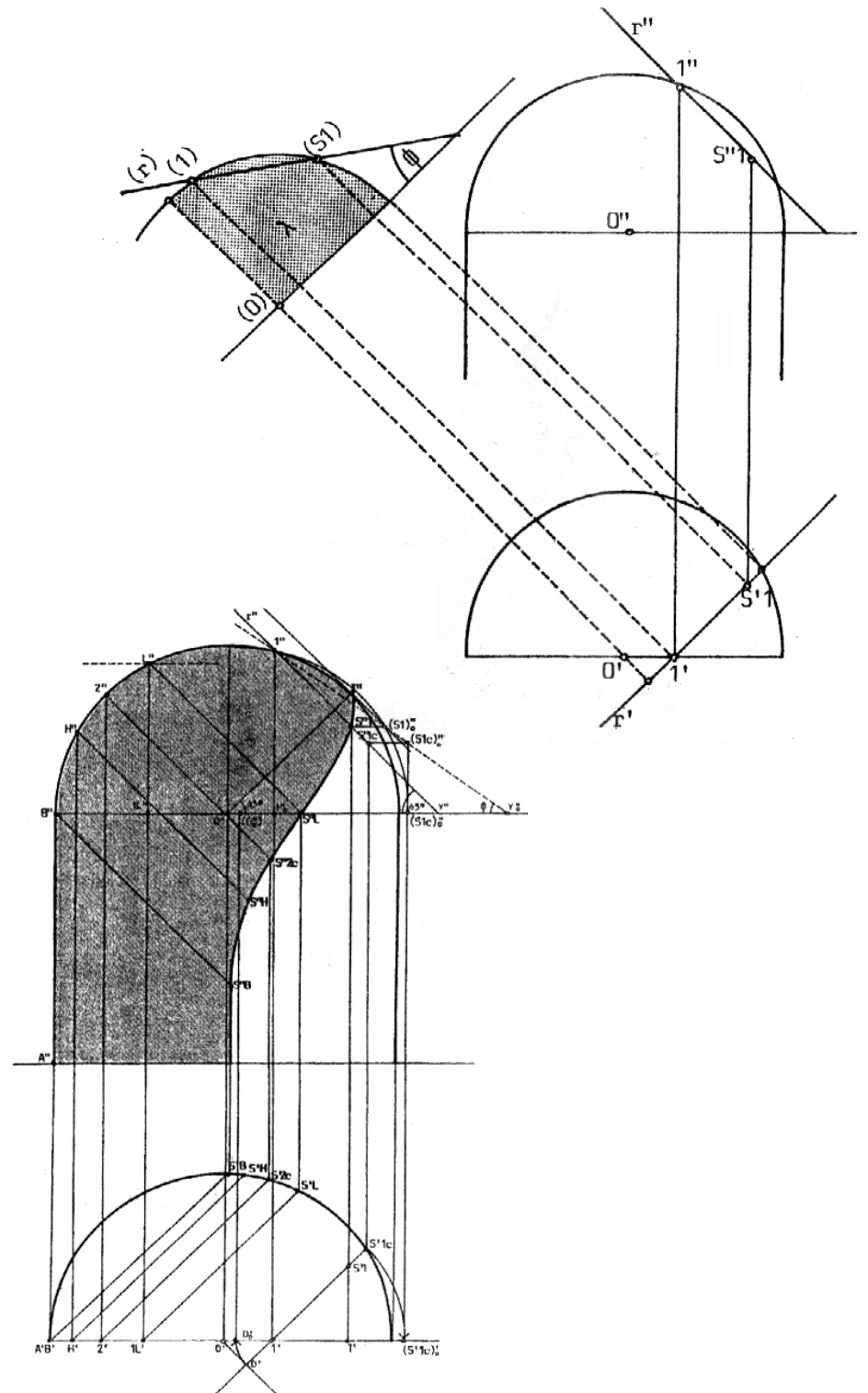
Si se vuelve a abatir el plano de luz λ hasta su posición inicial, el punto (S1)'' se trasladará sobre una recta horizontal hasta intersectar al rayo luminoso en el punto S''1. S''1 es la proyección vertical de la sombra arrojada por el punto 1 sobre el casquete esférico. S'1 es la proyección horizontal.

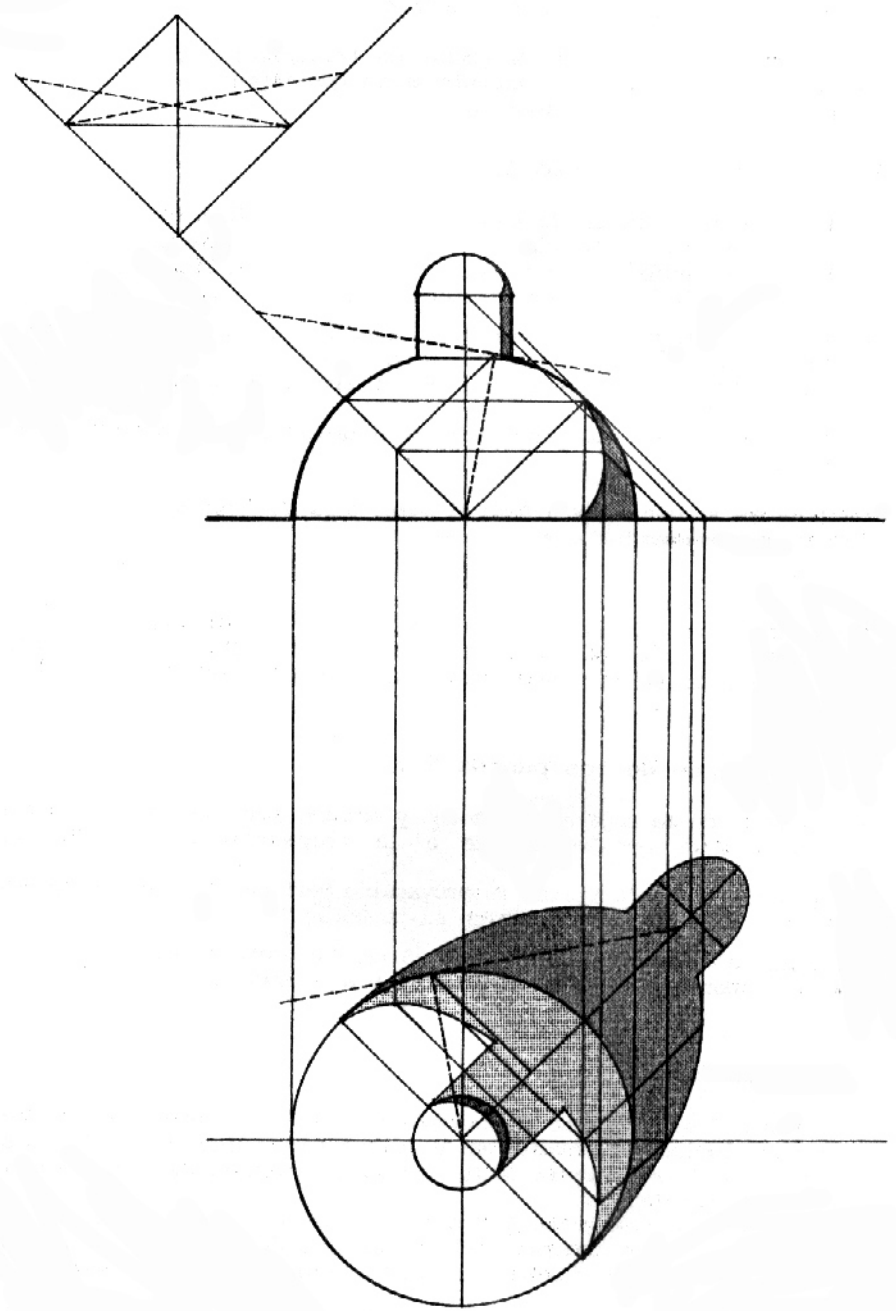
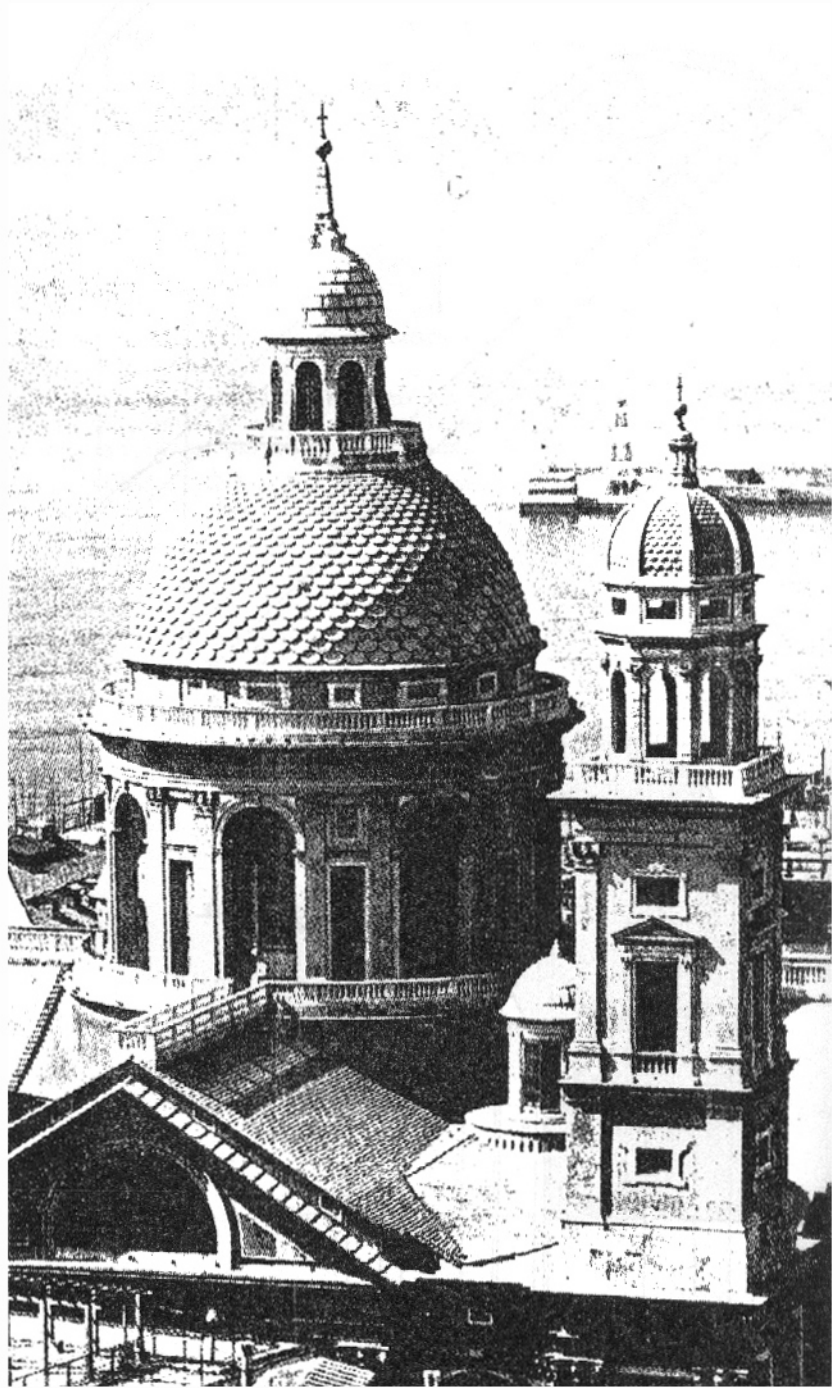
Se procede de la misma manera con otros puntos comprendidos ente el punto L y el punto T hasta trazar por el método "punto por punto", la sombra buscada.



Se puede simplificar el trazado, no hallando la sombra del punto 1 sobre la prolongación de la superficie cilíndrica, y dibujar directamente el arco abatido correspondiente a la intersección del plano de luz λ con el casquete esférico. Como se conoce el ángulo ϕ que forma el rayo luminoso convencional con el Plano Horizontal, se facilita su trazado por el punto 1, encontrándose directamente el punto $(S1)''$.

Para hallar la sombra del punto 1 se puede utilizar otro método. Por la proyección horizontal del punto 1 se traza la proyección horizontal del plano de luz λ , expresada por r' . Si abatimos dicho plano λ sobre el plano horizontal, veremos en verdadera magnitud el arco resultante de la intersección del plano λ con el casquete esférico. Si por el abatimiento (1) del punto 1 trazamos el rayo luminoso (r), que forma un ángulo ϕ con PH, en su intersección con el arco trazado se encontrará $(S1)$, que es el abatimiento de la sombra $S1$. Bastará trasladar $(S1)$ a las proyecciones horizontal y vertical para obtener $S'1$ y $S''1$ respectivamente.





35

SOMBRA PROPIA Y ARROJADA POR MEDIA ESFERA SOBRE EL PLANO HORIZONTAL

Primeramente se debe trazar la separatriz de luz y sombra, para lo cual es necesario ubicar alguno de sus puntos.

1- Ubicación de los puntos 3 y 4

Se obtienen trazando las proyecciones horizontales de los rayos luminosos tangentes a la circunferencia que representa la proyección horizontal de la semiesfera.

2- Ubicación del punto 2

El punto 2 es el punto de tangencia de la superficie esférica con el rayo luminoso contenido en el plano vertical que pasa por el centro de la esfera y cuya proyección horizontal tiene la misma dirección que la proyección horizontal del rayo luminoso. La intersección de este plano con la esfera es un círculo que se representa abatido en la proyección horizontal. El radio 1° está representado, en el abatimiento, por el radio $(1)O$. Si se traza el rayo luminoso tangente a la circunferencia, se obtiene el punto (2) .

Obsérvese que el rayo luminoso forma el ángulo ϕ con el plano horizontal y está visto en verdadera magnitud en el abatimiento.

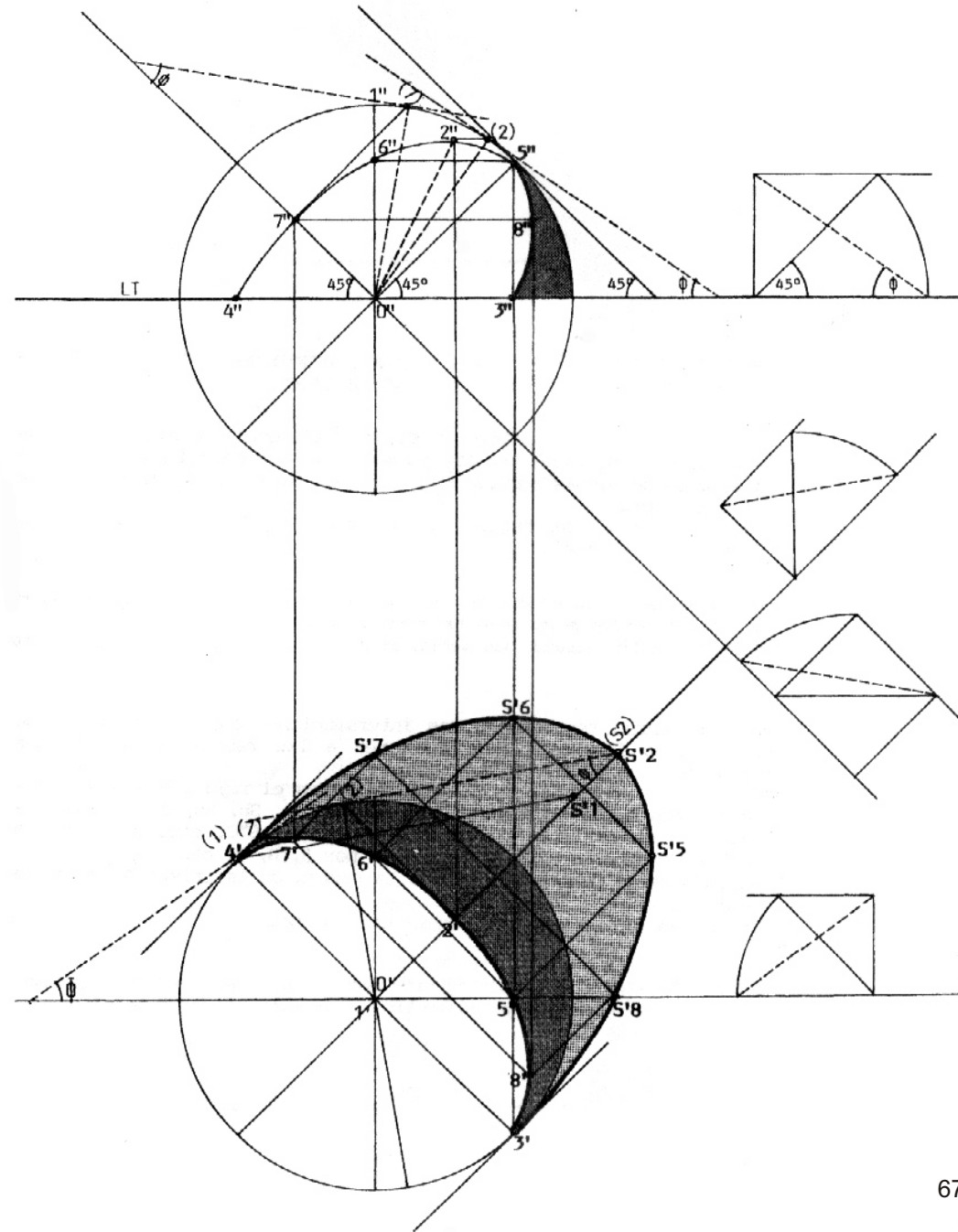
Si por el punto (2) se traza la proyectante vertical hasta intersectar a la proyección horizontal del plano que contiene al rayo luminoso que pasa por O , se obtiene la proyección horizontal $2'$ del punto 2.

3- Ubicación de los puntos 5 y 6

El punto 5 de la separatriz de luz y sombra, pertenece también a la circunferencia que representa a la proyección vertical de la semiesfera. Para hallarlo basta trazar la proyección vertical del rayo luminoso tangente a la circunferencia en el punto 5. El punto 6 es simétrico al punto 5 con respecto al plano vertical que pasa por O y contiene al punto 2 y a la sombra S_2 .

4- Ubicación del punto 7

El punto 7 es el punto de tangencia de la superficie esférica con el rayo luminoso contenido en el plano perpendicular al plano que contiene a la separatriz de luz y sombra y cuya proyección vertical forma 45° con LT . La intersección de aquel plano con la esfera es un círculo que se representa abatido sobre el Plano Vertical de proyecciones, tomando como eje del abatimiento su propia traza vertical (proyección vertical). El rayo luminoso -que forma el ángulo ϕ con el plano horizontal- tangente al círculo, define en su punto de tangencia al punto 7. Una vez dibujados los puntos 2, 3, 4, 5, 6 y 7, se traza la separatriz de luz y sombra y se expresa la sombra propia. Para trazar la sombra arrojada sobre el Plano Horizontal, bastará hallar la sombra de los puntos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 sobre dicho plano y trazar la curva que los une.



36
SOMBRA ARROJADA POR DOS PLANOS VERTICALES
Y PERPENDICULARES ENTRE SÍ, SOBRE UNA SEMIESFERA

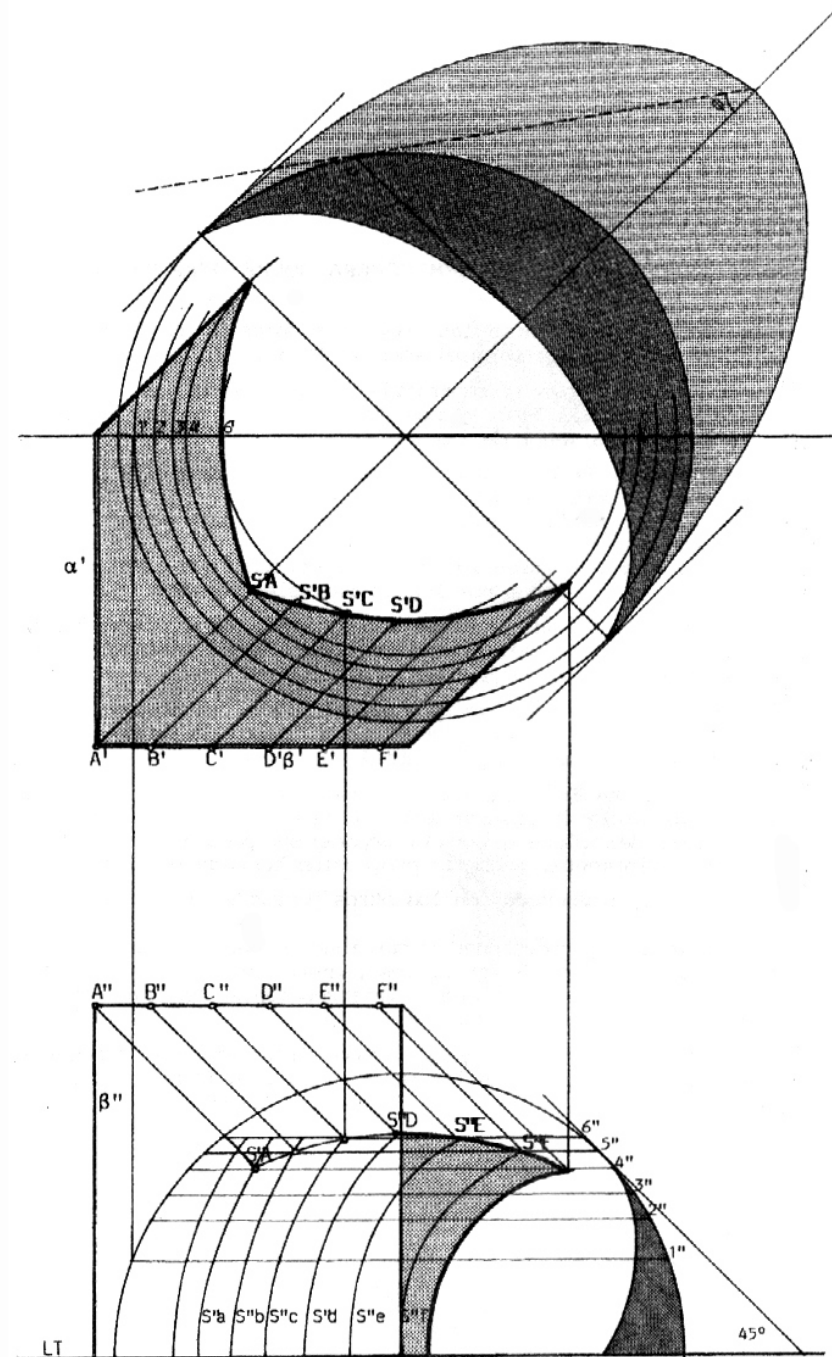
Se traza la sombra sobre el Plano Horizontal de algunas rectas verticales contenidas en los planos α y β y se hallan las intersecciones de dichas sombras con los "paralelos" 1, 2, 3, 4, 5, 6 de la semiesfera. Punto por punto se trazan las sombras S^a, S^b, S^c , etc. en la Proyección Vertical.

Obsérvese que en la Proyección Horizontal las sombras de las rectas verticales tienen la dirección de los rayos luminosos aún sobre la semiesfera. En la Proyección Vertical, las sombras de las rectas verticales, se proyectan como curvas.

Estas sombras representan las intersecciones con la semiesfera de los planos luminosos que contienen a las rectas verticales que pasan por los puntos A, B, C, etc..

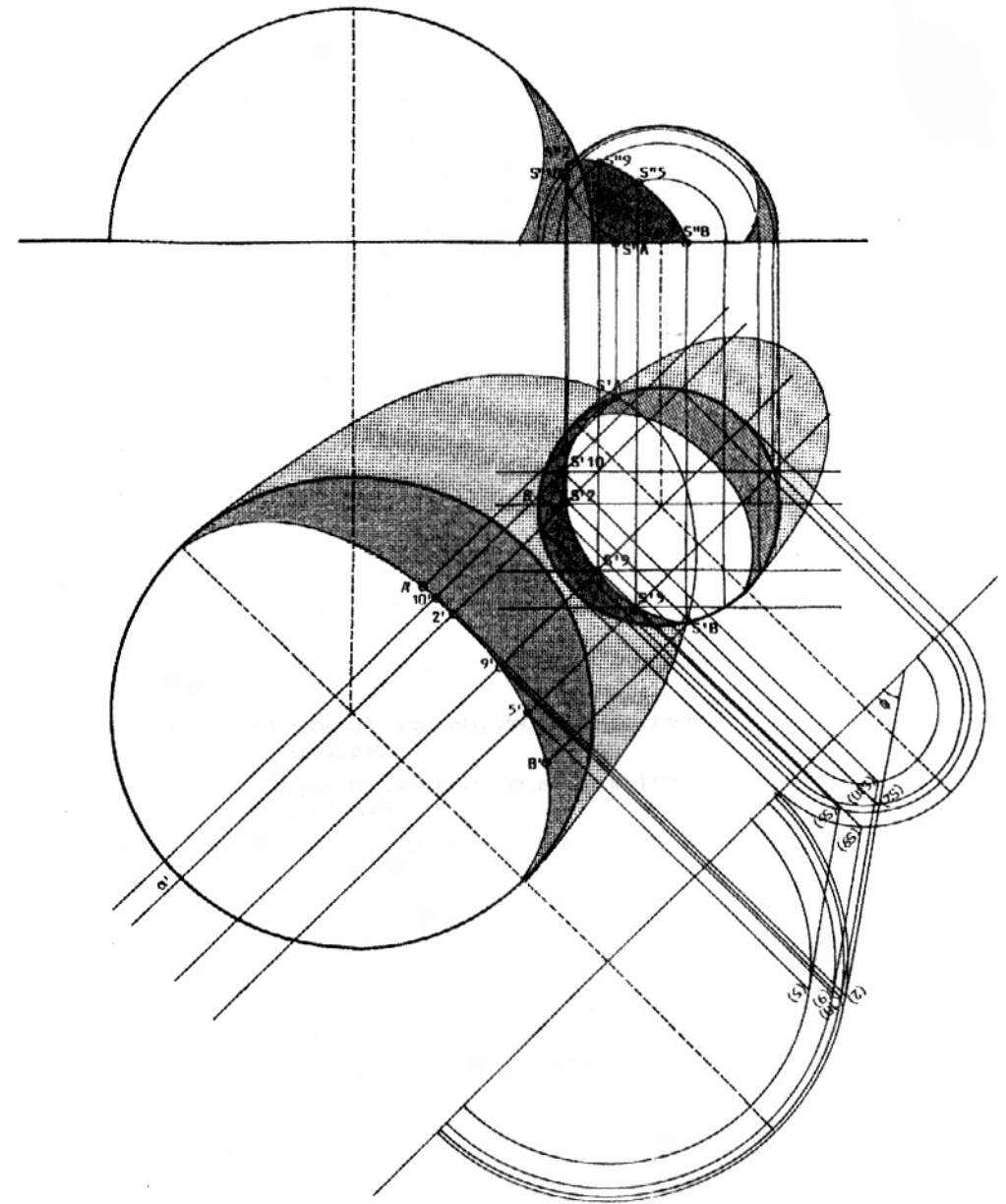
Si por los puntos A, B, C, etc. trazamos el rayo luminoso correspondiente hasta intersectar las sombras S^a, S^b, S^c , etc. respectivamente, se hallarán los puntos S^a, S^b, S^c , etc. que son las sombras sobre la esfera, arrojadas por A, B, C, etc.. Uniendo estos puntos se obtiene la sombra de la arista AF sobre la semiesfera. Se procede del mismo modo con el otro plano.

Nota: A los efectos de simplificar el trazado de las líneas auxiliares de proyección, se ubicó la proyección vertical en la parte inferior de la hoja.



37
SOMBRA ARROJADA POR UNA SEMIESFERA SOBRE
OTRA SEMIESFERA

Primeramente se encuentran las sombras propias y arrojadas de cada semiesfera como se indicó en el ejemplo N° 35.
 La sombra arrojada por la separatriz de luz y sombra de la mayor de las esferas sobre el Plano Horizontal, interseca en los puntos SA y SB a la base de la menor de las semiesferas.
 Todos los puntos de la separatriz comprendidos entre A y B, arrojan sombra sobre la semiesfera. Se seleccionan arbitrariamente algunos de estos puntos, como los puntos 2, 5, 9 y 10. Por estos puntos se trazan los planos verticales que contienen a los rayos luminosos que pasan por los puntos seleccionados. Estos planos seccionan a ambas semiesferas según circunferencias representadas en los abatimientos dibujados simultáneamente abajo y a la derecha de la proyección horizontal.
 El punto 2, perteneciente a la separatriz y al plano α , arroja su sombra S2 sobre la esfera pequeña, en el punto de intersección del rayo luminoso que pasa por el punto 2, con la esfera.
 Para hallar dicha intersección, se traza por el punto (2), un rayo convencional hasta intersectar a la circunferencia que resulta de la intersección del plano α con la semiesfera pequeña, encontrándose (S2) y posteriormente, sobre la proyección horizontal, S'2.
 Se procede del mismo modo con los otros puntos seleccionados.
 Para hallar las proyecciones verticales de las sombras, se trazan por los puntos S'2, S'5, etc., los planos frontales, como el β , y se encuentran sus respectivas intersecciones con la semiesfera pequeña, en la proyección vertical. Estas intersecciones se proyectan como circunferencias concéntricas y sobre ellas se encuentran los puntos S"2, S"5, S"9, etc..



ÍNDICE

- 1 Introducción
- 2 El Trazado de Sombras como herramienta gráfica para la definición del Objeto Tridimensional
- 4 La Expresión de la Sombra en la representación gráfica, como aproximación a la Imagen Real del Objeto
- 5 Foco Luminoso "artificial" puntual
- 6 Foco Luminoso "natural" puntual
- 7 Acimut y Altura del Sol
- 9 Rayo Luminoso Convencional. Sus Proyecciones Ortogonales
- 11 Sombra arrojada por un segmento de recta vertical
Sombra arrojada por un segmento de recta perpendicular al Plano Vertical de Proyecciones
- 18 de Proyecciones
- 23 Sombra arrojada por un segmento de recta horizontal paralela a los Planos de Proyección
- 24 Sombra arrojada por un segmento de recta oblicuo con respecto a los Planos de Proyección
- 25 Sombra arrojada por una recta paralela a LT sobre una superficie curva con generatrices verticales
- 26 Sombra arrojada por una recta perpendicular a PV sobre una superficie curva reglada con generatrices verticales
- 27 Sombra arrojada por un segmento de recta vertical sobre planos escalonados
- 28 Sombra arrojada por un segmento de recta horizontal sobre planos escalonados
- 29 Sombra arrojada por un segmento de recta oblicuo sobre planos escalonados
- 32 Sombra arrojada por un segmento de recta vertical sobre un plano inclinado
- 34 Sombra arrojada por un segmento de recta horizontal sobre un plano inclinado
- 36 Sombra arrojada por un segmento de recta oblicuo sobre un plano inclinado
- 38 Sombra arrojada por un segmento de plano vertical
- 40 Sombra arrojada por un segmento de plano horizontal
- 45 Sombra arrojada por un prisma recto
- 47 Sombra arrojada por una pirámide y un prisma rectos superpuestos
- 49 Sombra arrojada por un prisma sobre un plano inclinado
- 50 Sombra arrojada por un volumen sobre un plano inclinado
- 53 Sombra propia y arrojada por un cilindro recto
- 54 Sombra arrojada por un cilindro sobre un plano vertical
- 55 Sombra propia y arrojada por un cilindro sobre otro concéntrico
- 56 Sombra arrojada por una superficie curva y plana sobre otra paralela
- 58 Sombra propia y arrojada por un cilindro sobre sí mismo
- 60 Sombra autoarrojada y arrojada por un cilindro sobre otro concéntrico y de mayor diámetro
- 62 Sombra autoarrojada por un nicho esférico
- 67 Sombra propia y arrojada por media esfera sobre el Plano Horizontal
- 68 Sombra arrojada por dos planos verticales sobre una semiesfera
- 69 Sombra arrojada por una semiesfera sobre otra semiesfera

LÁMINAS

- 10 Teatro en el Agua
Foto de maquette Arq. Tadao Ando
- 31 Casa Unifamiliar
Foto de maquette Arq. Franklin De Israel
- 37 Casa Unifamiliar
Foto de la obra Arq. Carlos Jiménez
- 44 Capilla Emperatriz Santa Elena
Dibujo de geometrales Augusto Romano Burelli
- 52 Casa Unifamiliar
Foto de la obra Arq. Carlos Jiménez
- 57 Catedral de Evry
Dibujo de geometrales Arq. Mario Botta
- 61 Capilla Emperatriz Santa Elena
Dibujo de geometrales Augusto Romano Burelli
- 66 Iglesia de Santa María di Carignano
Foto de la obra Arq. Galeazzo Alessi

Reedición 2010 del
MANUAL DE TRAZADO DE SOMBRAS
Sistema Diédrico Ortogonal
Cátedra de Expresión Gráfica
Redacción y Coordinación: Arq. Carlos Pantaleón
Colaboraron: Bach. Daniel González y Bach. Diego Cortinas
en el dibujo de láminas; Arq. Laura Fernández y Arq. Aníbal Parodi
en la selección y propuesta de algunos ejemplos.
Facultad de Arquitectura
Universidad de la República
Montevideo 1995