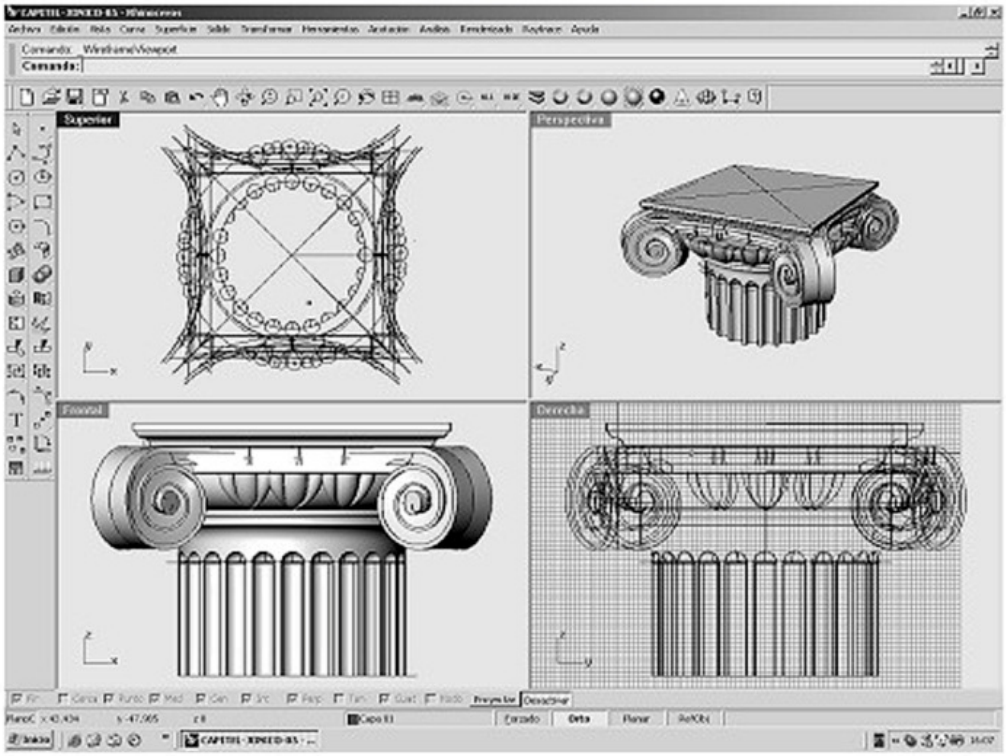
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
Escuela Técnica Superior de Arquitectura

DISEÑO GEOMETRICO DE OBJETOS

Hacia una Teória Geométrica del Objeto
Herramienta Informática



Manuel Hidalgo Herrera
Doctor Arquitecto
Profesor Titular de Universidad

EL DISEÑO GEOMETRICO CON ORDENADOR .

Durante todo el tiempo , hasta este momento , el denominado " Dibujo " ha sido un medio para representar lo visto y expresarlo bajo un propio punto de vista . Esta representación se hacía sobre una superficie (papel , lienzo , madera , paredes ó techos ..etc) bidimensional ´tridimensional , pero siempre en superficies planas ó curvadas . Siempre de manera superficial , aunque la forma de esta superficie completara su aparente tridmensionalidad , como en los bisontes de Altamira . Lo visto tenía claramente una componente 3D , en la gran mayoría de los casos . Se trataba por tanto de representar lo 3D en 2D . Lo visto llevaba incluida una posición de vista , es decir una posición del observador respecto a lo observado y muchas veces se trataba de aparentar lo visto (no siempre , puesto que se podía interpretar lo visto desde dos ó mas posiciones , incluso opuestas y por tanto alejadas de la realidad tocable ó palpable) .

Otras veces se trataba de representar ó expresar " ideas " afectadas ó no de tridimensionablidad . Se hacía sobre el mismo soporte . Pero el único que tenía las ideas era el autor . Los demás simplemente veían lo representado ó expresado . Cada uno interpretaba de distinta manera lo comunicado .

En otros casos , se comunicaban procesos de generación de objetos reales y se indicaba la manera de producirlos y crearlos , de manera objetiva y exacta .

Todo ello se hacía con el " dibujo " en 2D . Se entendía por tanto una valoración de adecuación a lo intentado ó resuelto . El " parecido " a veces era necesario y otras veces incluso se eludía .

De cualquier manera , para dibujar objetos y otras cosas , se han utlilizado las LINEAS . Rectas curvas , geométricas ortopédicas , libres y con mayor ó menor fortuna y distintas herramientas . La precisión de estas líneas y su trazado ortopédico ó a mano alzada , se consideraban necesarias en todo dibujo . Se distinguían dos maneras de dibujar , LINEAL y ortopédica ó LIBRE ó mano alzada .

El compás , elipsografo ,el cartabón , la escuadra , el paralelín ó tecnigrafo , han llenado gran parte del trabajo del dibujo . El LAPIZ , carboncillo , pluma , tiralíneas , graphos , rotring .. etc , también .

Estas herramientas han necesitado un aprendizaje , una habituación , un control y adecuación y una especialización , incluida en el uso y aprendimiento .

Los términos Dibujo y Diseño , se ha visto mezclados , aunque aparentemente sus diferencias son claras en nuestro idioma . No así en otros , que se entremezclan .

Aparecida la herramienta informática y su medio , creo que se aclaran bastante estos conceptos ,ya que al no aparecer ni lápiz , ni papel , ni escuadras , reglas ó cartabones , ni medidas ó metros de medir , la cosa parece ir más a su realidad de diseño . El dibujar con ordenador , es simplemente automatizar comoda y rapidamente ese dibujo para muchos . Para los delineantes sobre todo . El diseñar con ordenador , parece alejarse de ese dibujo para otros .

Est queda más claro y exacto si consideramos un termino necesario para las líneas del dibujo , sus planos soporte y sus operaciones tradicionales (traslados , copias , giros , matrices , alargamientos etc y proyección y sección) . Esto es " lo GEOMÉTRICO " , que cabe tanto en el dibujo como en el diseño .

La Geometría (en general) esta en el dibujo , en el diseño , en lo visto , en lo representado , en lo expresado , en el compás , en el cartabón y en la escuadra . También en el lápiz , en el tiralíneas, en la tinta y en las tramas y letras . ESTA INCLUSO EN EL ORDENADOR Y EL PROGRAMA UTILIUZADO . Es decir no se podría entender completamente las estructuras de todas estas partes (incluido al usuario , manual y al profesor) sin la GEOMETRÍA (completa) del fenómeno Ó medio informático , la espacio-forma 3D y los objetivos .

Por tanto , nuestro trabajo va a dedicarse preferentemente a la Geometría , sin la cual este complejo aparato estaría condenado a complicarse , más de lo debido , creando enemigos donde no debe haberlos , malas interpretaciones y hasta rencores ó intereses .

Empezaremos por lo tanto con LOS PUNTOS , LAS LINEAS (rectas , curvas , planas ó alabeadas , es decir 2D ó 3D) , estas líneas y puntos , formarán las SUPERFICIES y estas se cerrarán en POLISUPERFICIES cerradas ó SOLIDOS . Después pasaremos a MALLAS TRIANGULADAS y DEFORMACIONES ó TRANSFORMACIONES , hasta llegar al hecho a representar . expresar ó comunicar .

Lo haremos dibujando en pantalla (2D –3D) con la herramienta informática (ordenador) de forma similar a la del papel 2D , pero afectados por la posibilidad de verlos en 3D, manejarlos virtualmente en 3D y cambiarlos de posición , para su completo entendimiento . Hasta llegar al resultado comporobadosdeseado .

El medio informático y programas , permiten extender su análisis con muchas mayores posibilidades que las herramientas tradicionales . También permiten indagar en propiedades hasta ahora no experimentadas ni conocidas y guardarla en bibliotecas de un tamaño prácticamente ilimitado , seguro y rápido . De esta manera , cada curso será una nueva reentrada y ampliación del tema , con lo que serán vivos y continuamente renovables .

El lector podrá ir comprobando , como la base geométrica clásica , aparece desde el principio , es aumentada y discutida y aporta nuevos temas en cada momento .

Los elementos básicos de posición de puntos de control , para generación de líneas . superficies y polisuperficies ó mallas , del objeto ó hecho en cuestión NO ESOBJETO DE ESTA PUBLICACIÓN Y SI SU TRATO Ó MANEJO GEOMÉTRICO .

Las bases de proyectos , posiciones de partida , situaciones a resolver por la idea , se suponen como condicionantes del desarrollo de la idea . Se supone que este trabajo no pretende fijar estas bases , sino una vez establecidas estas (esquemas de objetos , estructuras de estos y su establecimiento geométrico de partida) , determinar las geometrías de generación formal que resuelvan aceptablemente estos presupuestos y sus deformaciones y transformaciones coherentes geométricamente hablando .

En los ejemplos empleados , podemos partir de supuestos , que no son nuestro objeto , para apoyarse en estos .

El enfoque informático conlleva siempre la base tradicional geométrica supuesta en poder del alumno , con su formación mínima .

Madrid Julio 2007

Manuel Hidalgo Herrera
Doctor Arquitecto y Profesor Titular de Universidad .
UPM

Esquema del proceso expuesto :

Como en el prologo se ha indicado , el motivo principal de este trabajo **No es el " que hacer " . No se intenta entra en el campo del proyecto en sus ideas bases de principio . No es un curso de proyectos ni tan siquiera de metodologías (aunque pudiera parecerlo a algunos) . Más bien es un " como hacer " racional y basado en las geometrías del hecho a hacer , investigar ó crear . Por tanto se establece un " método geométrico de hacer " en base a unos supuestos que no son de aquí , sino ciertamente unos presupuestos . Es por tanto aplicable a cualquier hecho , cosa ú objeto espacio formal .**

Los puntos principales y bases son las que se exponen a continuación : Con un claro ejemplo .

00- Supuestamente el " que hacer " y para concretar en un hecho conocido , se supone (por ejemplo) que es una " silla " ó sillón . Las funciones que este mueble , deba cumplir ó satisfacer , su sitio y momento , son condiciones que requerirán , una información , unas condiciones de uso , un proceso de ejecución y construcción , un aspecto visual y de uso , contactos físicos , valor económico , coste ejecución , etc .
Estos condicionantes del hecho , analizados y sintetizados , conducirán ó cristalizarán en unas **Geometrías (no en unas formas concretas) , que se traducirán en unas posibilidades geométricas (familias) . Existirán unos elementos (puntos, líneas , superficies ...) que serán el punto de arranque de ajustes y variaciones y estructuras comunes .**

Aquí comienza el " como hacer " expuesto .

En el ejemplo : La silla ó sillón , se supone para estar sentados , trabajando , viendo la TV , leyendo , dormir a siesta ,.... En casa , en un sitio de trabajo ,.... Durante un cierto ó cambiable tiempo , ... para una única persona ó variada ,... Para un jefe , empleado ... ó altas personalidades ... Para niños , niñas , jóvenes , ancianos , adultos ... Completamente normales y sanos , para enfermos , rehabilitación .. simplemente descanso etc.. .

Sabiendo el que hacer (definido , sintetizado y geometrizádo en líneas , focos de actuación , permanencias y movilidades ... etc) se traducirá ó cristalizarán en elementos **geométricos puntuales de focos , paso , composición , posturas fisiológicas ó anatómicas , de acuerdo y componentes , jerarquizadas para cada caso .**
En el caso de silla ó sillon , la postura del cuerpo , su relajación ó posición estática ó dinámica etc (la posición de la columna . los brazos , la cabeza , las corvas , los pies etc) al final son concreciones formales cristalizables en " elementos geométricos (planos rectos ó alabeados) . Los apoyos de zonas del cuerpo por su anatomía y antropomorfismo , requerirán también , sus superficies ó sistemas de generación de acuerdos .

Dado que este elemento " que hacer " , estará en algún sitio , también contará en este proceso , la geometría afectiva de este y su coherentización . Una silla para una iglesia , no es igual que para un estadio de futbol , un comedor ó salón . Recibirá una cantidad de luz y calor , se asociará ó no a otros muebles ó elementos . **Todo esto tiene también su base y estructura geométrica .**

Su proceso de construcción, coste y puesta en venta , igualmente transcenderá en formas elementales geométricas y de procesos , que las representen en líneas , focos de atracción ó Repulsión , relaciones etc .

Así podríamos seguir con ests fase previa del " que hacer " , para empezar . **No entra dentro de nuestro intento . UNA VEZ CRISTALIZADO TODO ESTE CONUNTO DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS , AISLADOS GENERALMENTE , DEBE EMPEZARSE CON EL " COMO HACER " su estructura formal .**

01- Estas geometrías variadas , deben coherentizarse y consensuarse . En este proceso es donde comienza nuestro intento .
Pensamos que cualquier hecho u objeto , tiene un reflejo en algún sitio (mundo de las Ideas)filosófico , poético y realizable . Su total geometría estará en estado de quilibrio y pureza , reflejo del poético ó verdadero , anteriormente citado .
Las partes que la integran , podemos conocerlas por la geometría que conocemos (sin

Necesidad de dibujarlas) y que podemos ó somos capaces de conocerlas en su verdadera Realidad . Sus variabilidades en sus equilibrios , están en familias y podemos trabajar Con ellas en su estado más simple (puntos , líneas , superficies , sólidos) que forman Parte de la totalidad , pero en un uno . Debemos por tanto conocer estas familias y su Ligazón Ó RELACION con el todo .

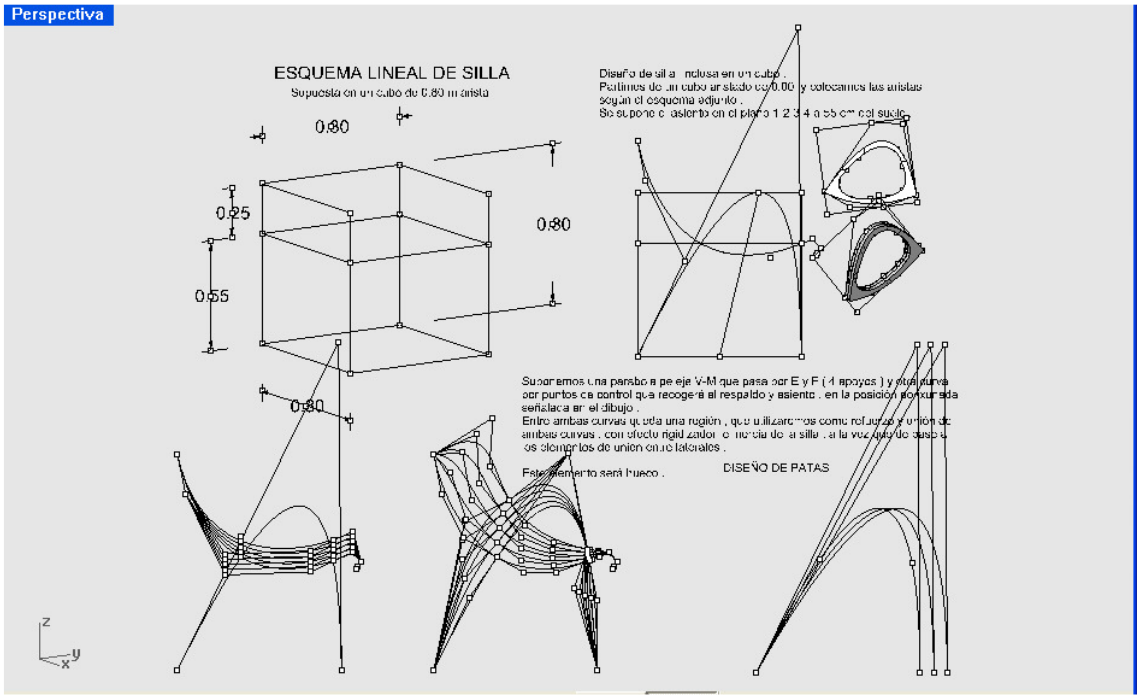
El juego por tanto del tanteo , la deformación en acuerdo , las transformaciones , DEBEN DE UTILIZARSE , SABIENDO EL "COMO Y CUANDO ".

02 – Establecido este estado (no como forma concretada) sino como " forma geométrica " estabilizada y realizable trididimensionalmente (necesario para su materialización) , pasaremos a su determinación formal definitiva , que admitirá ciertas variaciones que serán posibles geométricamente hablando , siempre y cuando maticemos su estado (líneas vivas , superficies , sólidos ó mallas , que admitan los puntos de control , edición ó interpolación .

03 – El hecho comienza a tomar cuerpo , la silla a ser silla . El autor ó " creador " sigue aportando (ahora ya nos solo conocimientos razonables ó científicos) , pero en estos momentos , ya son sintetizados personalmente ó dentro de ciertas reglas de modas ó estilos y el diseño se vuelve etereamente real .

04-Cuando el hecho está cuajando y cristalizando , los procesos geométrico generadores toman más cuerpo , para su realización COMO OBJETO MATERIAL . No por ello sin las geometrías propias del material y su procesación . También las texturas de contacto ó visuales y aspectos de acabados . Reposiciones ó arreglos y roturas y mantenimientos en general . Todos estos temas con sus propias geometrías que deben integrarse en lo general y único .

El COMO HACER , debe acoplarse al que hacer . Pero evidentemente son diferentes y uno consecuencia ó posterior al otro .
Esta lámina representa un poco ese esquema geométrico citado .



Parte de este proceso esta representado en la lámina , posteriormente el resultado final .

Naturalmente se han obviado gran cantidad de pasos intermedios , que harían excesivamente larga , su exposición detalla .

El lector debe ejercitarse y practicar primero con objetos “ que hacer “ simples , para irlos complejizándo después .

Objeto final terminado .

PROGRAMA Y DESARROLLO DEL TRABAJO .

01-Presentación De elementos geométricos básicos . Punto , Recta-Segmento , Poli línea , Líneas curvas 2D y 3D . Relaciones y valoraciones , en jerarquías .

02- Puntos de control , de Edición e interpolación . Puntos cualesquiera . Manejo de cada familia de estos . Elección por jerarquias (entre otras las geométricas) .

03-Transformaciones y movimientos y familias de estos elementos por transformación de sus puntos de control , edición ó interpolación . Movimientos : Giros , traslados , copias , matrificaciones 2D, 3D , a lo largo de curvas ó superficies . Transformaciones de retorcido , estirados (escalados 1D-2D-3D) , curvados , suavizados , etc .

04-Asociaciones de elementos . Superficies , Poli superficies , Sólidos (poli superficies cerradas) Mallas , generaciones y propiedades . Elementos : normal , tangentes , planos tangentes .Interacciones y juegos luz - sombra .

05- Poliedros de caras planas . Prismas , pirámides . Poliedros regulares . Poliedros vacios , aristados ó Vacuus .

06- Superficies cuádricas . El mundo curvado clásico . Líneas cuárticas .

07- Isoparametricas , redes alambricas en superficies . Triangulaciones en mallas . Aplicaciones y ejemplos .

08- Redes espaciales y modulos de relleno de espacio 3D .

09- Superficies complejas no regulares . NURBS . Manejo y aplicaciones . Superficies " libres " , terrenos y topografías . Operaciones con terrenos .

10- Hélices y espirales , tipos y generación . Aplicaciones y elementos .

11- Helicoides . Conoides y cilindroides .

12- Aplicaciones del peso de puntos : transformaciones formales .

13- Movimientos y animaciones 4D . Geometrías del crecimiento .

El " Punto " .

La figura más sencilla de toda la Geometría , es el PUNTO . Podíamos considerarla como la figura ADIMENSIONAL ´´ ó de dimensión nula (0) . Puede expresar principio ó fin , extremos , posición origen y final , situación .. etc . Forma parte de todas las otras figuras y formas y sobre cada una de ellas posee unas propiedades y elementos geométricos , para su trabajo y aplicaciones operativas .

Su historia es corta , pero su tiempo y manera puede suponerse en todos .

No nos extenderemos en principio ya que irá apareciendo en todo a lo largo de este trabajo . Será difícil no citarlo , incluirlo ó asociarlo , en cada parte del todo y si el no sería posible el intento que pretendemos .

La " Línea "

Dos puntos definen , como final y principio , origen y término , una figura mono dimensional (1D) , que recibe el nombre geométrico de SEGMENTO de recta . El nombre " recta " (línea recta) Se asigna a su doble extensión (elemento completo) . El orden de principio a fin del segmento , o su inverso , nos marcan el SENTIDO de recorrido por puntos móviles (sobre ese espacio mono dimensional) siendo uno contrario al otro y marcando a veces un signo convencionalizado . La recta ó línea completa , incluye una parte interior coincidente con el segmento y otras dos indefinidas , fuera de este , en un sentido ó en el otro .

No existen rectas en la naturaleza . Los segmentos , solo lo son aproximadamente . Una arista de un cristal , **se aproxima a un segmento , pero no lo es .** La luz misma es curvada y solo pequeños trozos de su trayectoria , aparentan ser rectos .

Cuando se consideran un segmento inmerso en otra figura ó forma , se le adosan ciertas propiedades que no son intrínsecamente de el . Tiene una posición , forma ángulos , puede tener medidas en referencia a otros u otras .

Un punto interior a los dos extremos , hace nacer la PROPORCION . Cuando esta es 1 ,el punto se llama MEDIO . Veremos en su momento la importancia de esta proporción . TRES elementos por tanto . Podemos por tanto definir ya otra serie de puntos de ese segmento . También en su momento veremos este importante tema .

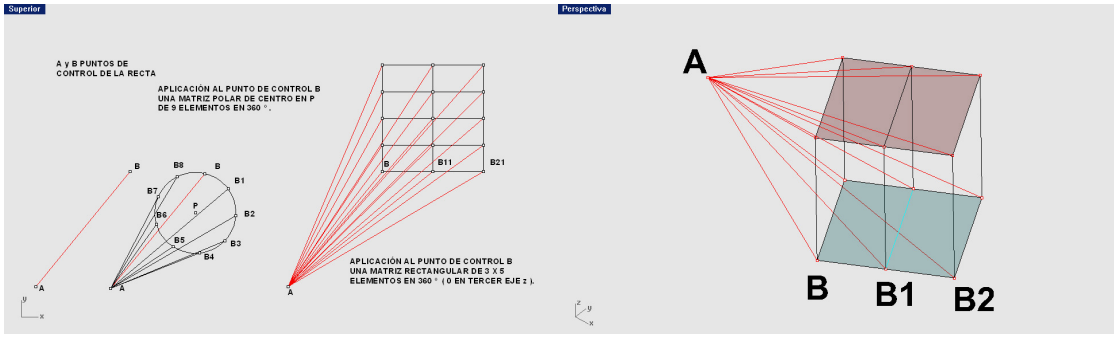
Esta recta , aparece explicitada como RAYO , en algunas geometrías . Esta denominación , junto a la de DIRECCIÓN , implica un movimiento a veces , otras objetivo ó fin y veces indicación de intenciones , cada lector entenderá , en su caso su interpretación sobre una misma figura .

Otro concepto interesante son los denominados PUNTOS de CONTROL ó EDICIÓN , de estas líneas segmentadas .

Puntos de control de líneas (segmentos) :
En el caso del segmento de recta , dos son los PUNTOS de CONTROL significativos . son sus dos extremos y por ellos **queda definido . Si transformamos uno de ellos , permaneciendo el otro fijo , la recta pasa a otra posición , girando , alargándose ó encogiéndose , en su extremo no fijo .** Las familias de segmentos (rectas) transformadas , lo serán UNICAMENTE COMO RECTAS .

Tendremos **Haces de rectas (2D) , radiación de rectas (3D) , con un mismo vértice CENTRO ó vértice del haz ó radiación . Su riqueza de transformación es mínima . El mínimo de dos puntos de control es por tanto pobre en transformación y familiaridad .**
Todo ello se acrecenta , si la transformación es más compleja que el giro ó la matriz polar y alargamiento (simples) . Si la matrificación es bi dimensional ó tri dimensional , el segmento enriquece sus posibilidades . De cualquier manera es elementalmente pobre .

Durante miles de años ,hemos utilizado una herramienta , para el trazado ó diseño sobre el papel , **la regla y el lápiz . Una aceptable respuesta ante la recta ó segmento era la aplicación de estas dos herramientas . Otras veces el buen pulso y dibujo , permitía el trazado aproximado de una aparente recta y todos tan contentos .** Un conjunto de rectas (segmentos) formaba la QUEBRADA y después el



POLÍGONO (cerrado ó abierto , regular ó irregular , convexo ó cóncavo ..) . Esto nos llenaba y daba lugar a ciencias simples . Cuando queríamos indicar que las rectas , formaban parte de otra figura más completa , bastaba citar la palabra " conjunto " , pero seguían siendo independientes , salvo en que una incluía el comienzo de la siguiente . **Aparece un concepto más complejo " polilínea " ó conjunto de líneas de un todo multi -lineal . Sus puntos de control , además de primero y último , coinciden con los puntos de " quiebro ó transición " .**

Mas tarde es posible incluir MAS puntos de control , intermedios , a voluntad , pero siempre están alineados con sus correspondientes extremos , naturalmente . Estos PUEDEN TAMBIER ELIMINARSE , PERO NUNCA LOS DOS INICAL Y FINAL DE CADA TRAMO , YA QUE LA RECTA DESAPARECE .

El tema crece , pero crece LINEALMENTE , solamente transformaciones más complejas suministran crecimientos mas ricos .

De origen por tanto , DOS puntos de control , hacen nacer una recta (segmento) y al desaparecer uno de ellos , la recta desaparece con el . DOS son pocos , necesitamos pues un TERCERO .

El " tercer punto de control ":

El tercer punto de control (NO alineado) , cambia las posibilidades y las multiplica , posiblemente formando el TODO GEOMÉTRICO .
Este tercer punto de control , crea la CURVA y esta curva es un trozo de **PARÁBOLA .**
La demostración de esta afirmación , la dejamos por obvia a la geometría . **Una curva definida por tres puntos NO alineados , es un tramo de parábola , de manera que el primero con el segundo , forma una necesidad de tangente de la curva en el primero u origen . El último con el intermedio , exactamente igual . Quiere decir esto , que el triangulo definido por los tres puntos de control , fuerza a la curva a ser tangente en origen y fin y pasar por el punto medio de la mediana correspondiente al vértice intermedio .**

Nos hemos salido del orden inicial impuesto . Hemos introducido el " **triangulo "** y la " **mediana** " , saltándonos su establecimiento :

El triangulo : conjunto ó forma primaria de tres puntos no alineados : Definen la bidimensionalidad de la quebrada cerrada . Consensúa **la mono y bidimensionalidad de las rectas y plurirrectas .** Implica área o superficie cerrada y sentido de giro , dextrógiro ó levógiro .

La mediana : recta ó segmento que une el vértice del triangulo , con el punto medio del lado opuesto del triangulo .

Vemos que el tema se enriquece profundamente .**El diseño con líneas y curvas .**

La línea ha sido utilizada desde antiguo para el diseño de formas . Primero el " **segmento de línea** " , es decir un trozo de línea determinado por sus dos puntos extremos , principio y fin . Estos dos puntos

singulares encubrían un doble sentido , según fuera tomando uno u otro de principio y otro ó uno de final marcando un sentido (+ ó -) .Estos DOS puntos de control , generan también la línea por **puntos de control . Dos únicos puntos de control , definen siempre una línea ó segmento de línea .**

Si movemos (ó alteramos) uno de estos dos puntos de control , la recta gira ó se mueve , respecto al fijo consecuentemente . **Movimientos por tanto de giro, traslación ó escalado , cambian la linea dentro de una familia (radiación ó haz), manteniendo el fijo como FOCO ó vértice .**

Si alteramos los dos conjuntamente , la relación entre ambos se mantiene en distancia .

Podemos por tanto afirmar que una recta , solo se puede transformar en otra recta , ó familia de rectas . Es por tanto una figura de escasas posibilidades de diseño . No obstante las herramientas fundamentales (regla y compás) ó la mano alzada imperfecta , se ha servido de ellas en proliferación de casos , que han hecho aparecer este procedimiento como " único " .

El punto , más pobre todavía , era el primer elemento , Los dos puntos contraian al segmento y recta y los **Tres puntos , no alineados , otras figuras fundamentales asociadas : El triangulo y la curva .**

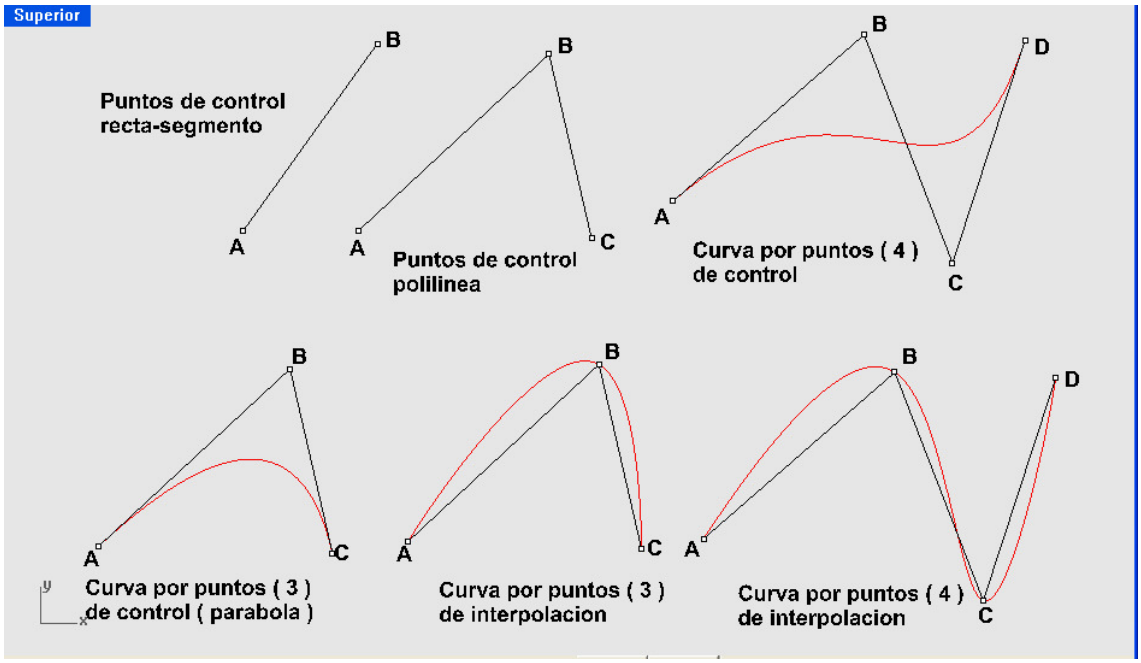
El **Triangulo , conlleva al plano ó superficie de los tres puntos y otros elementos asociados , que enseguida trataremos . El 2D surge sobre el 1D de la recta , ó el 0D (adimensionalidad) del punto .**

La **Curva , ó línea que se relaciona (ó pasa) con tres puntos NO alineados , trae también asociado el 2D . Un cuarto punto (no coplanario 2D) , se asocia con la curva alabeada (3D) .**

Para definir la curva 2D (ó 3D) , necesitamos inicialmente TRES puntos :

01- De paso (puntos de interpolación) : La curva pasa por estos y se " curva " de una determinada manera , que después trataremos . Existe la **polilínea ,** formada por asociación de tramos rectos (2) . Esta polilínea poseé los mismo puntos de control que las rectas , en sus puntos vértices inicial y final , en cada tramo . Con el lápiz no eran " polilíneas " realmente .

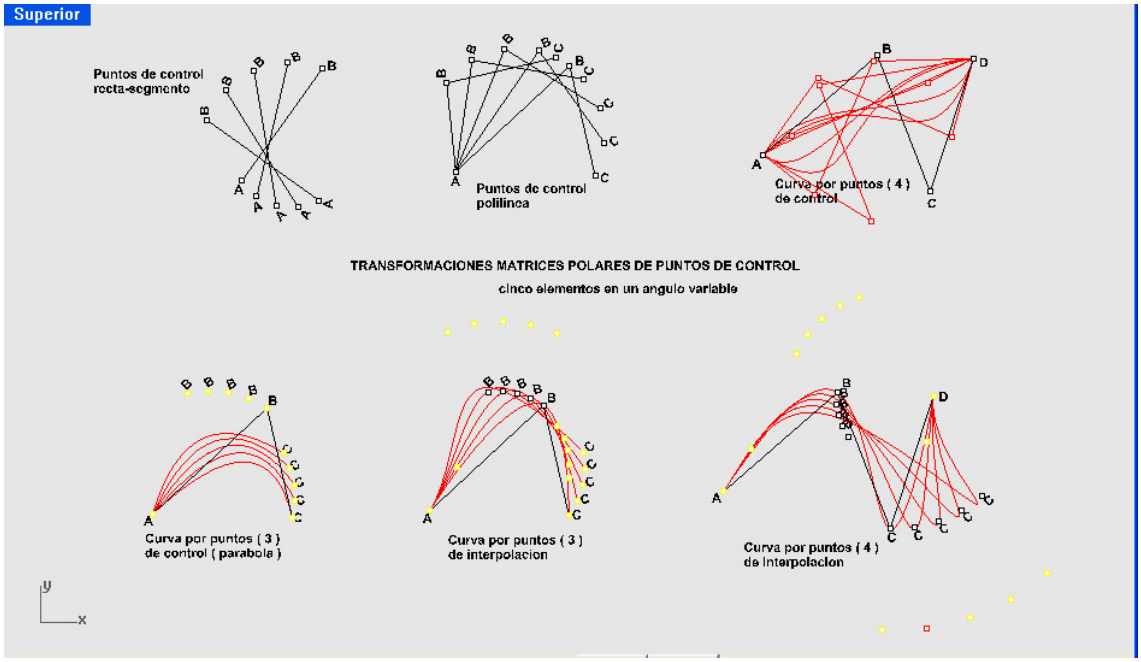
02- Por puntos de control : La curva pasa por el primero e inicio y por el final , pero NO por el medio . Se adecua de manera que es tangente en el inicio y final y estas tangentes pasan por el intermedio . **Por geometría sabemos que esta curva es un tramo de parábola bitangente en el inicio y final .**



Cuando aparecen nuevos puntos (4, 5 , 6 , ...) la curva permanece tangente a los tramos inicial y final , adaptándose (sin pasar por los intermedios) . En caso de que los puntos NO sean

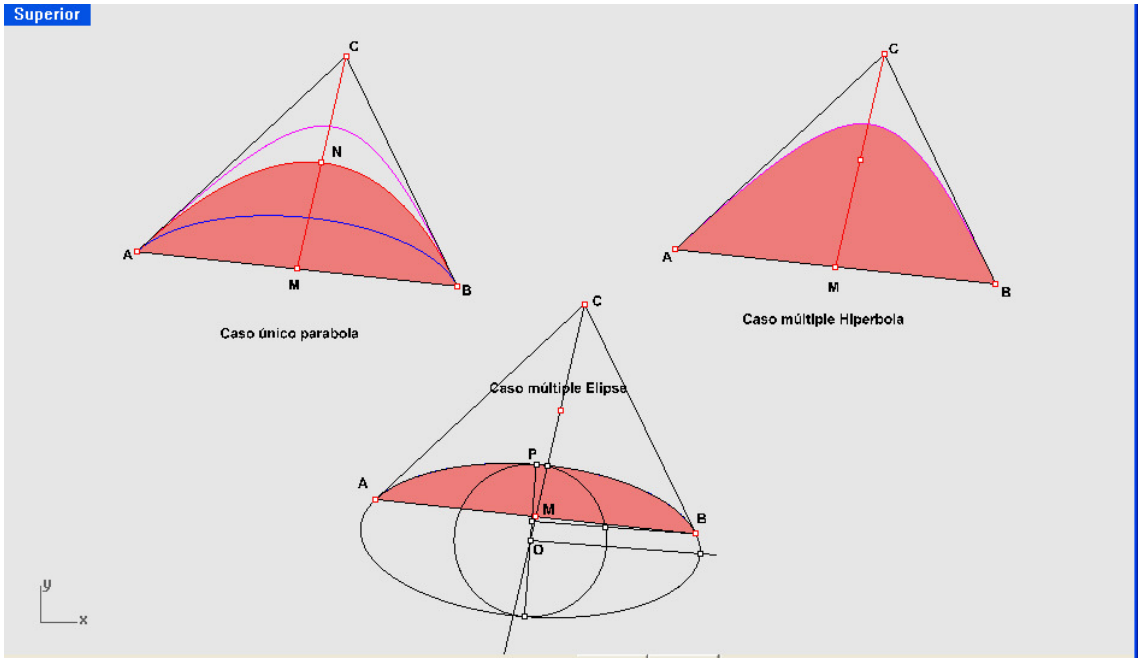
coplanarios , aparecen las curvas alabeadas

.



PESO DE LOS PUNTOS DE CONTROL .

Se puede entender como " peso " la atracción ó repulsión , que la curva tiene hacia su punto de control . En su mayor atracción la curva se convierte en polilínea , que pasa por el punto y es vértice . En su mayor repulsión , la terna de puntos se anula , pasando a ser un segmento recto , saltándose el punto de control , aunque este sigue existiendo . **Por tanto por tres puntos (ó más) pasa siempre una polilínea ó un segmento que salta el intermedio , en los casos extremos . Estas dos líneas forman parte de la familia de curvas , por variación del peso del punto de control intermedio , SIENDO LA PRINCIPAL Ó MADRE , LA PARÁBOLA (en el caso de tres puntos) .**



Singulariza esto a esta cónica , verdadera joya bidimensional . Tambien valoriza las otras Cónicas , Hipérbola y Elipse – Circulo , como en su momento veremos .

Este peso de puntos , que estudiaremos con las transformaciones , puede modificar como veremos figuras (2D ó 3D) , que hasta este momento no parecían estar relacionadas entre si (por ejemplo el circulo y el cuadrado , ofrecían problemas tan típicos como la celebre **cuadratura del circulo**) . En el espacio se pueden transformar la esfera en los poliedros (incluso el Cubo y Tetraedro) y en formas y figuras conocidas , como cilindros ó cuádricas .

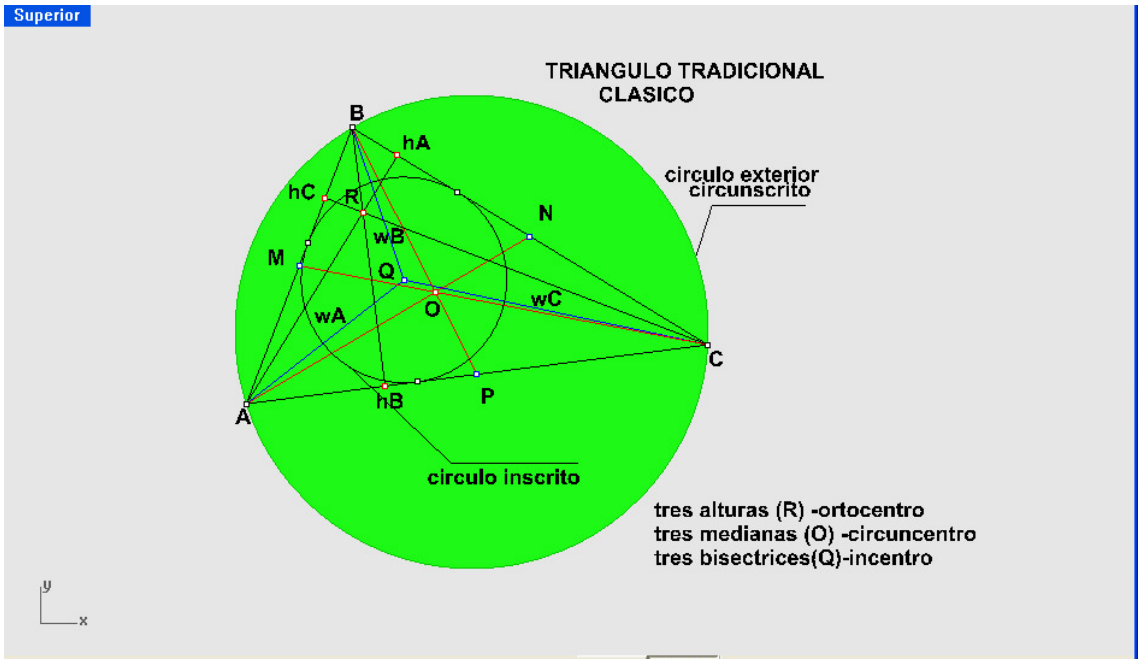
Este apartado será ampliamente tratado en su momento .

En nuestro trabajo , después del segmento , veremos a la **parábola , que establecerá un punto de vista interesante . Todo ello relacionado con dos figuras básicas 2D y 3D , EL TRIANGULO Y EL TETRAEDRO . Ambos elementos base en 2D y 3D .**

EL TRIANGULO :

Nuestros tradicionales estudios incluían al Triangulo . Bien es verdad , que casi siempre en un sentido " métrico ó medible " de andar por casa . Solo en las Geometrías proyectivas , aparecía el triangulo en mayor extensión y relación .

El triangulo tenía TRES vértices , TRES lados , TRES ángulos , TRES medianas , TRES bisectrices , TRES alturas , TRES bases , etc . Esta obviedad y simplicidad **pudo influir bastante en su intrascendencia . Todo podía triangularse y superficiarse en escamas triangulares ó caras trianguladas . Todavía subsiste esto .** El compas , la regla y la escuadra y cartabón (dos triangulos materializados) , llenaban todo lo llenable , para que más . Nuestro mundo se movía suficientemente con estos elementos . Nuestro cuerpo parecía tener triangulos . **Pero realmente no tiene ninguno , salvo trios de puntos (¿) .**



Ciertas relaciones entre estos elementos " métricos " , fueron indicando que había muchas más cosas . infinitas más cosas . Las medianas , se cortaban en un punto . Las bisectrices en otro e igualmente las alturas . Aparecen ciertos puntos sigulares **: Incentro , Baricentro , Ortocentro , Circuncentro , ..** que además los relacionan con el circulo exterior , el interior , ambos relacionados con vértices ó lados.

Aparecen también relaciones entre sus angulos (suman 180 grados) , se diferencian sus angulos exteriores e interiores y se clasifican los " triangulos rectángulos " con los nombres de sus lados catetos e hipotenusas . **Surge un maravilloso teorema de Pitágoras :**

" El cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos "

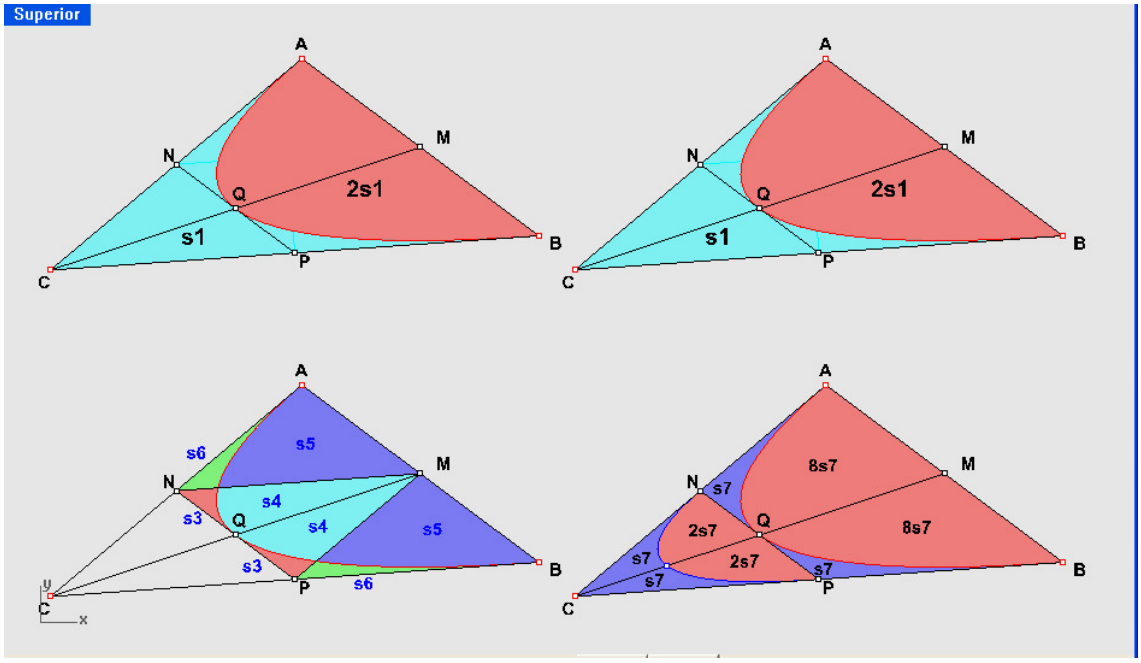
Comenzamos a ver que en un triangulo están muchas cosas , yo diría que casi todo . Pero el hermano pobre de la matemáticas , permanece varios miles de años , en estas simplicidades , EL teorema de Pitágoras **no pasa de ser una cancioncilla y estribillo , para suspender si no se conoce . A lo máximo que se llega es a aplicar sus matemáticas . Poco se ha adelantado en este desde los Egipcios ó Griegos .** Ahora en Internet aparecen ciertas investigaciones , pero más bién como insinuaciones lúdicas . **Este trabajo , entre otras muchas cosas , pretende ahondar en estos TRIANGULOS 2D y su correspondiente TETRAEDRO 3D , apoyándose en las nuevas herramientas informáticas , que incluyen también a las maravillosas y tradicionales , reglas , compases , escuadras y cartabones , pasando incluso a los lápices y gomas de borrar automatizadas , incorporando visualizaciones , renderizados ,materiales , luces y colores .**

Triangulo –10

Si suponemos un triangulo ABC cualquiera , y trazamos la mediana CM y su punto medio Q , sabemos por la geometría clásica que existe una única Parábola bitangente en A y B interior al triangulo y tiene que pasar por Q . La curva por **puntos de control** ACB , es esa parábola . La recta que pasa por N y P (puntos medios de AC y CB) es por tanto tangente a esta parábola en Q .

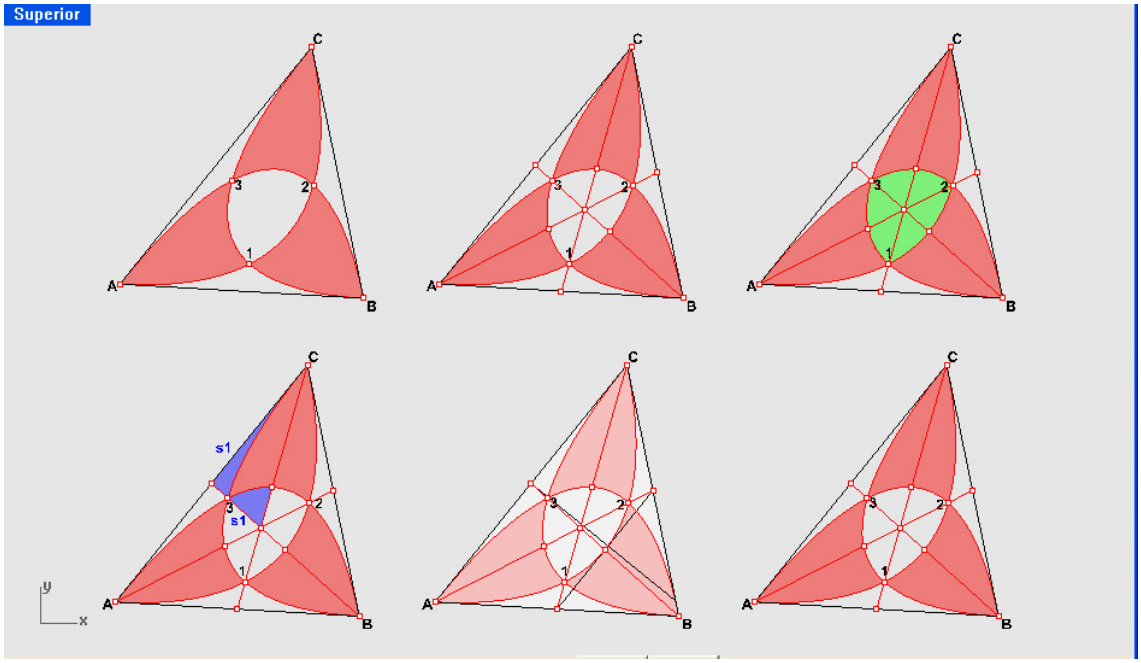
Las áreas definidas por este tramo de parábola en el triangulo son una duplo de la otra . Es decir que esta parábola divide en TRES partes el área del triangulo . S1 y S2 , siendo S1 y 2S1 estas áreas .
Si a u vez , trazamos las subdivisiones con las áreas S3 , S4 , S5 y S6 , podemos comprobar que estas areas siguen estando en proporciones análogas .

Igualmente ocurre si repetimos la construcción en el triangulo CNP .



Vemos por consiguiente que esta parábola divide al triangulo en partes proporcionales de área . Podemos considerarlo por tanto como un sistema de medidas de area y consecuentemente de longitudes y posteriores volúmenes , extendiendo la figura por extrusión al espacio 3D .

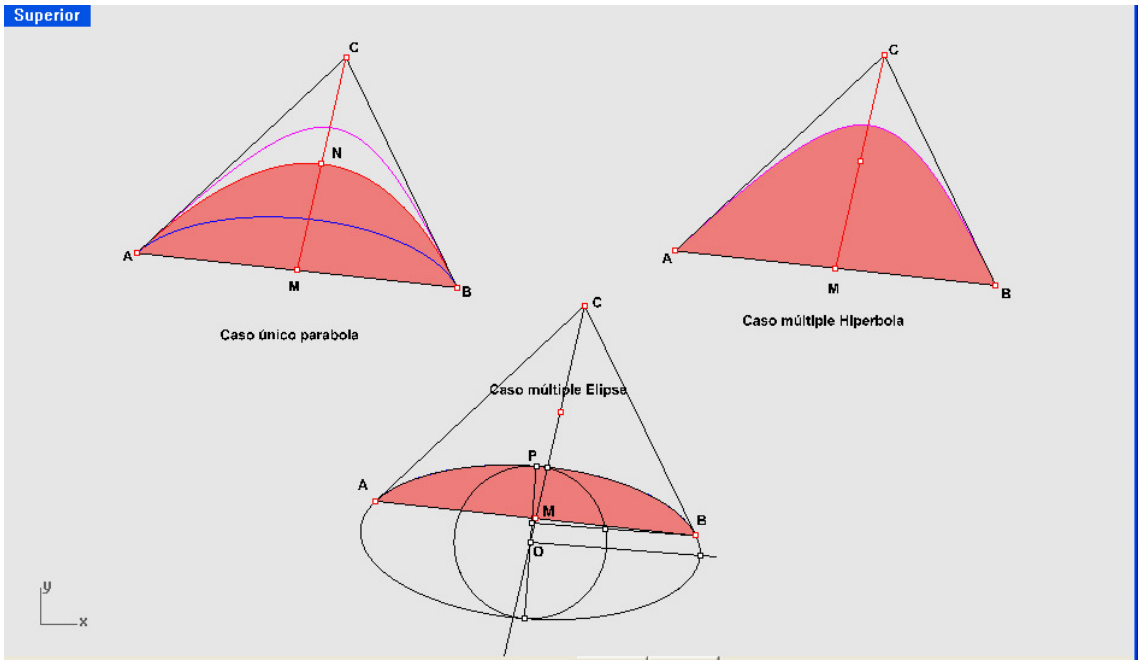
Como vemos es difícil disociar los tres puntos del triangulo y de las parábolas incluidas en esta figura . Todas ellas se explican y de manera coherente se complementan .



Si procedemos ahora a trazar la misma construcción de la parábola bitangente en los otros vértices (3) del triangulo y determinamos las consiguientes áreas limitadas por estas curvas y los lados del triangulo ,**podremos observar que estas relaciones de áreas subsisten . El triangulo completado es por tanto un sistema de medidas de áreas .**

Variando en los puntos de control de cada parábola (el opuesto a los de la base de inicio y final) obtendremos curvas cónicas (elipses e hipérbolas) , que ya no tienen estas propiedades . **Es por tanto la única parábola (por cada vértice) la que tiene estas propiedades y otras que veremos más adelante y por tanto es una curva SINGULAR .**

Estas equi-superfialidades , que evidencian afinidades métricas , también se extienden al espacio y se trasladan del triangulo, al Tetraedro y poliedros regulares . Asociándose también a la esfera como si esta fuera un casi límite de poliedros (poliedro regular de infinitos lados) .



Al encontrar la elipse Bitangente , por el peso del punto de control C , podemos encontrar el punto centro de la elipse O (Con la referencia CENTRO activada) . Por ese punto podemos trazar la

perpendicular a la rama de elipse , que nos da P y el eje OP . Por afinidad al cioculo de centro O y radio OP , podemos encontrar el otro eje y la elipse queda completada .

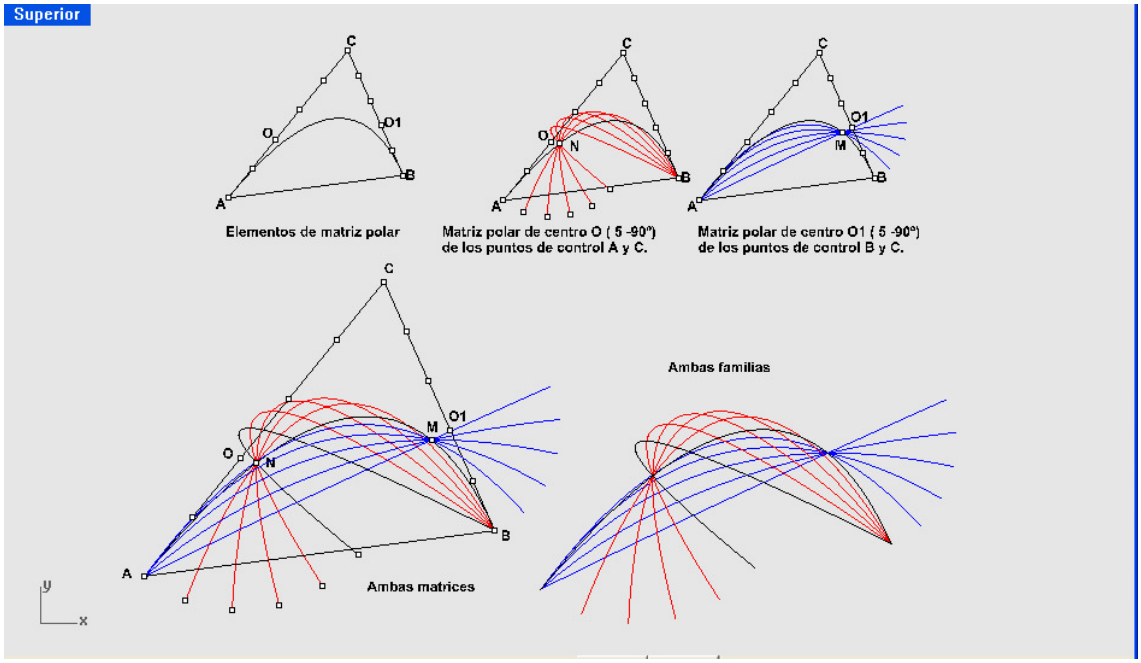
En el caso de Hipérbola , no da el centro y hay que encontrarlo por homología , así como sus asintotas y ejes , siendo fácil pero mas engorroso .

Como hemos indicado esas dos cónicas , al ser múltiples (infinitas) **No definen ninguna s proporciones de área determinadas ni fijas , ya que también son variables en cada caso .**

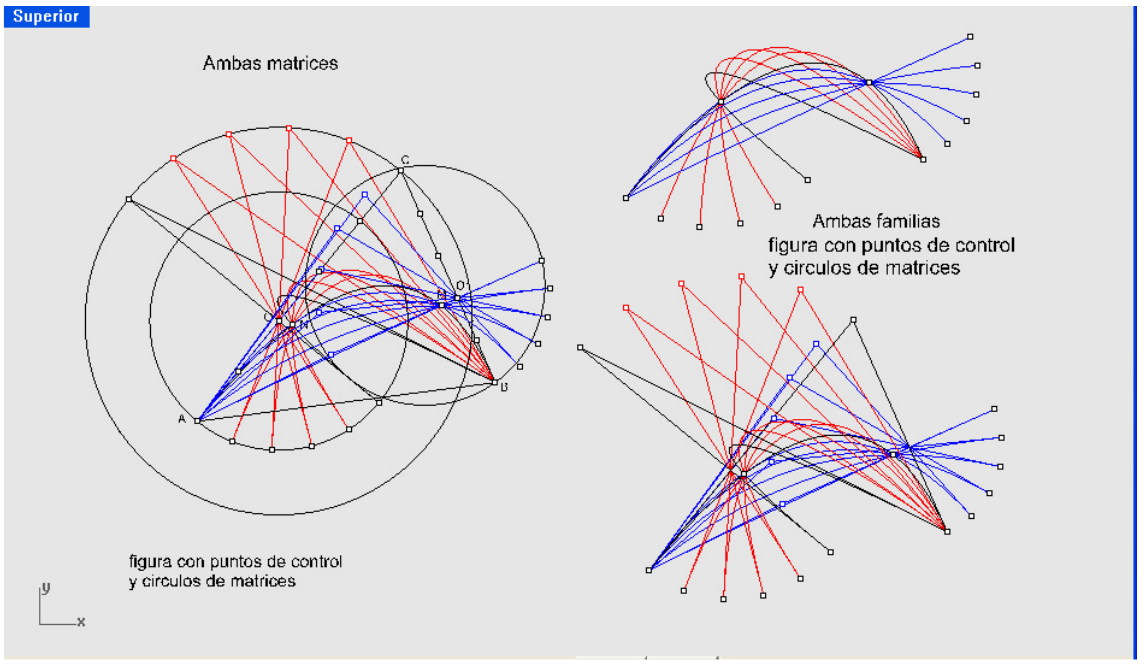
Estas propiedades distinguen a la parábola de las otras dos cónicas , dotándola de una singularidad interesante . Siendo todo esto trasladable (como veremos en su caso) al espacio 3D . **La figura fundamental en triangulo en 2D , pasa a ser el tetraedro en 3D . Veremos que en este caso las parábolas se amplían en los PARABOLOIDES HIPÊRBÓLICOS , alojados en este Tetraedro 3D .**

Parábolas " vivas " . Familias :

Suponiendo nuevamente una parábola de puntos de control ABC , inscrita en un triangulo ABC , si dividimos los lados AC y BC , confluyentes en C en un número de partes iguale (5) , podemos matrificar polarmente los puntos de CONTROL A y C con centro en O (5 elementos en 90 º) y nos dan cinco curvas de una familia . **Vemos que coinciden en N (foco de familia) .** Igualmente podemos hacer con el lado BC y tendremos otra familia con foco en O1 .
Los puntos M y N (focos de familias) estan en la parábola inicial . Por tanto esta parábola principal está en las dos familias y es la curva madre de ambas familias .
Estas propiedades de familias de curvas , ocupan posiciones de gran belleza . En este caso simple , ya podemos utilizarlas como curva de diseño .



A continuación se muestran figuras diseñada con estas curvas (en este caso planas) , pero eligiendo el plano de matriz polar en otra posición 3D (siempre pasando por O ú O1 , o conteniendo la línea O-O1) tendríamos ya figura 3D , que permitirían resolver formas ya 3D superficiales alabeadas .

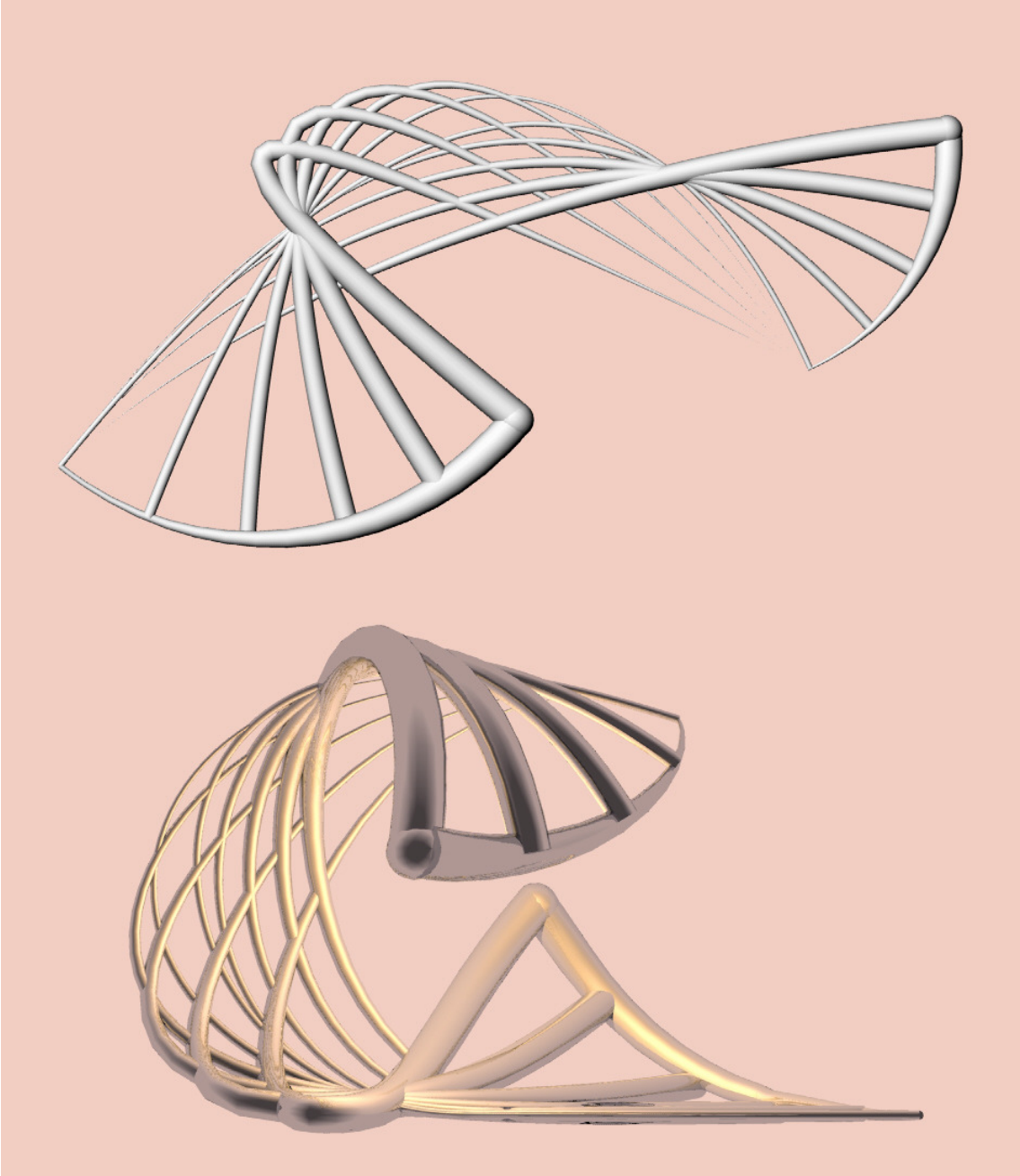


Todos estos puntos de control ó edición e interpolación , reflejan naturalmente (al activarlos) las correspondientes transformaciones 2D ó 3D . Quiere esto decir que las formas sin activar estos puntos , siguen esas transformaciones controladas por la geometría , pero solo se evidencian al ACTIVARSE estos especiales puntos .

El proceso , activados estos elementos , son de una gran claridad . El lector solo se irá acostumbrando a relacionarlos con el tiempo , dejando de ser necesaria su activación , para apreciar estos cambios .

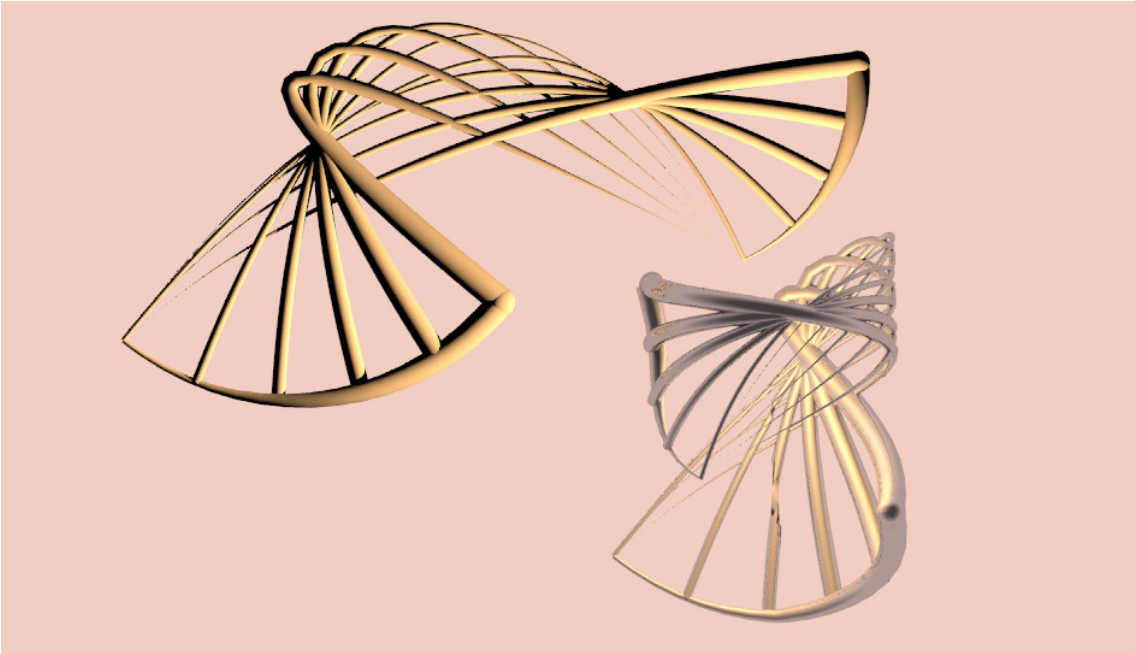
Ejemplos de formas : traducidas de las geometrías de líneas anteriores .

Las primeras que aparecen , son una tuberización sólida variable de espesor , con la familia de curvas dobles y la madre origen , en 3D . Las segundas y posteriores , deformando la plana anterior de curvas en 3D , con curvados que las sacan del plano . Por último aparecen híbridas de ambas en tridimensionalidad completa . Están renderizadas con materialidad metálica y luces con sombras .



Obsérvense las impresiones de descanso y equilibrio de estas figuras , que se corresponden con procesos totalmente dirigidos por los elementos , sus líneas de cristalización y las transformaciones afectadas ó coherentes . Es muy difícil que siguiendo esta manera de actuar , lo anterior no surga ó se pierda . Por parte del actor , quedan las intenciones , los cambios y adaptaciones , las propuestas y objetivos , etc el " que hacer " . Por parte del instrumento , el "como hacer" de manera geométrico – natural y segura . Los resultados son evidentes y no neseitan muchas explicaciones , aunque sí aclaraciones .

Ejemplos curvados en 3D .



MATRICES RECTANGULARES Y POLARES DE LINEAS VIVAS .

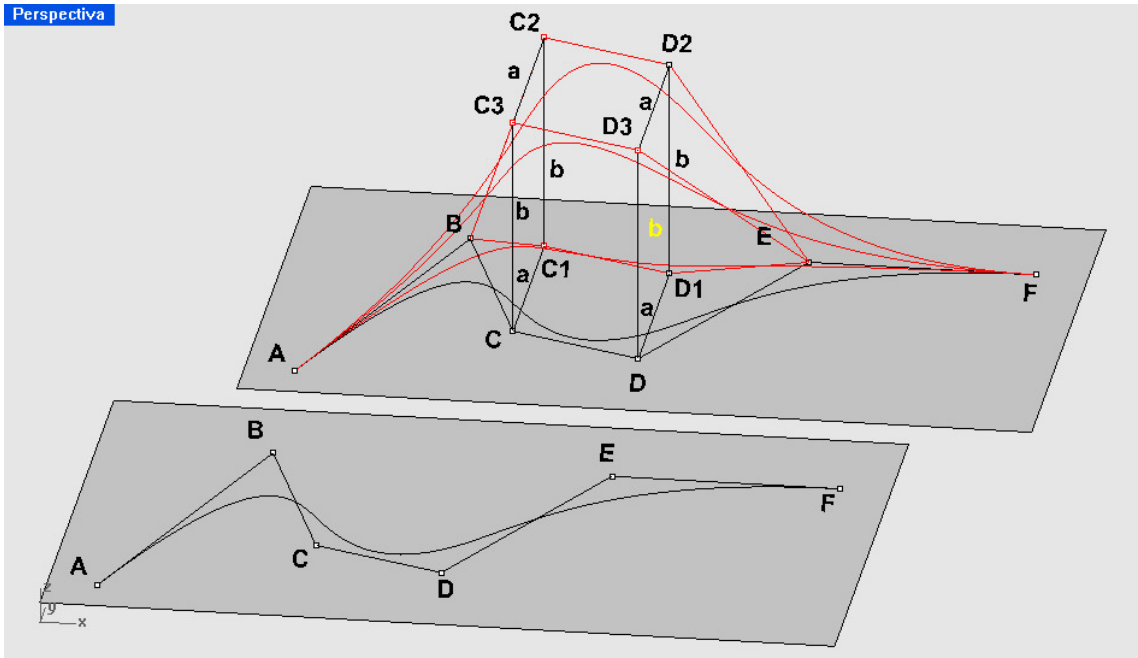
Las líneas vivas pueden ser construidas por puntos de control ó por interpolación de puntos . En el primer caso la curva no pasa por estos puntos , solo por el final y el principio . Además permanece tangente al segmento de recta marcado por el inicio y segundo y final y penúltimo , según ya conocemos .

Podemos establecer matrices con los puntos restantes intermedios y todas las curvas de la familia permanecerán tangentes a estos segmentos .

Las matrices pueden ser de sistema múltiple : **Rectangulares ó Polares .** El número de elementos y amplitud del ángulo , o de filas y columnas . En el caso de polar , si el centro esta en el mismo plano que los puntos , la matriz es plana . En caso de no estarlo es en plano inclinado (SCP ´plano C de trabajo variable) , saliéndose del plano de la línea madre (si esta es plana) . Por tanto las matrices polares , puede dar lugar a líneas 3D ó alabeadas .

En el caso de matriz rectangular , se puede escoger que esta sea 2D ó 3D , con número de filas y columnas , en las tres direcciones del espacio y con amplitud variable a elección .

Vamos a hacer un ejercicio interesante de aplicación de estas transformaciones :



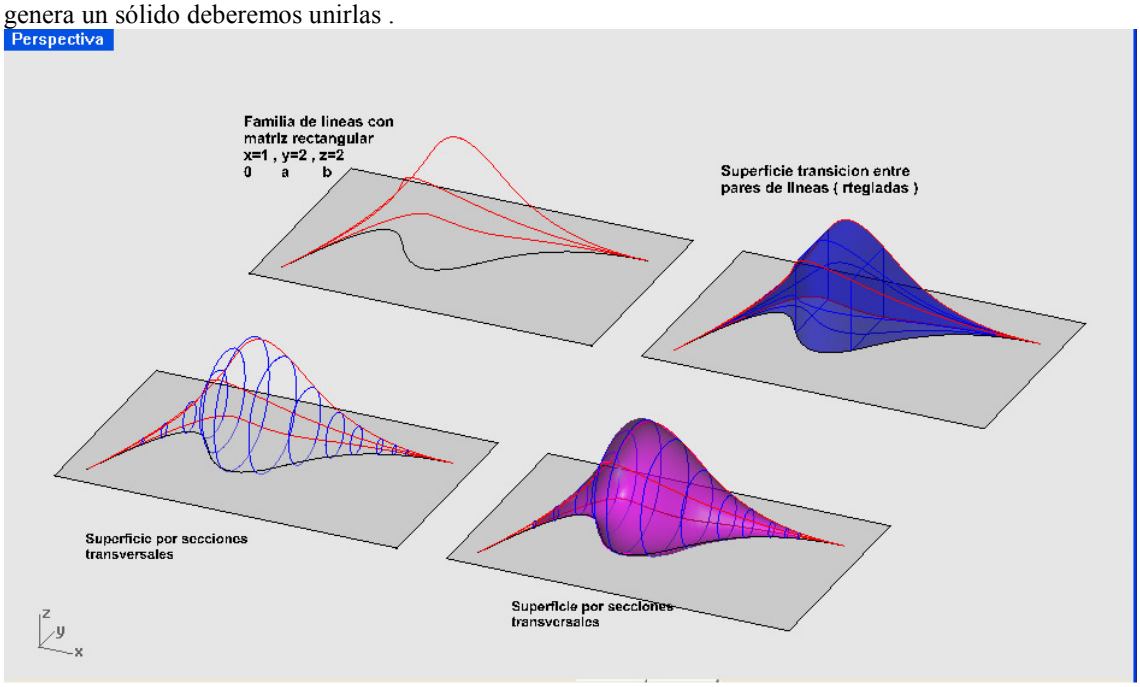
Supongamos una línea viva A-B-C-D-E-F y sus puntos de control . Si escogemos los C y D interiores , sin mover los A-B y EF , cualquier transformación aplicada , genera una familia de rectas 2D ó 3D . En nuestro caso vamos a partir de una matriz rectangular 3D . En la dirección –x- solo de un elementos , pero en las –y - z – de DOS . Las curvas de esta familia (4) serán tangentes al segmento AB de origen y al EF final y los puntos C-C1-C2-C3 y D-D1-D2-D3 , se dispondrán en el espacio según un ortoedro . **Tenemos pues cuatro curvas vivas de esta familia .**

Aunque no hemos introducido el concepto de superficie ni sólido , pero ya todos hemos estado en contacto con ellos , a lo largo de nuestra vida (no hemos nacido hoy) , parece un tránsito lógico , comenzar a trabajar con estas formas , aunque algunos puedan nuevamente pensar que es un salto Ó discontinuidad . La herramienta lo permite .

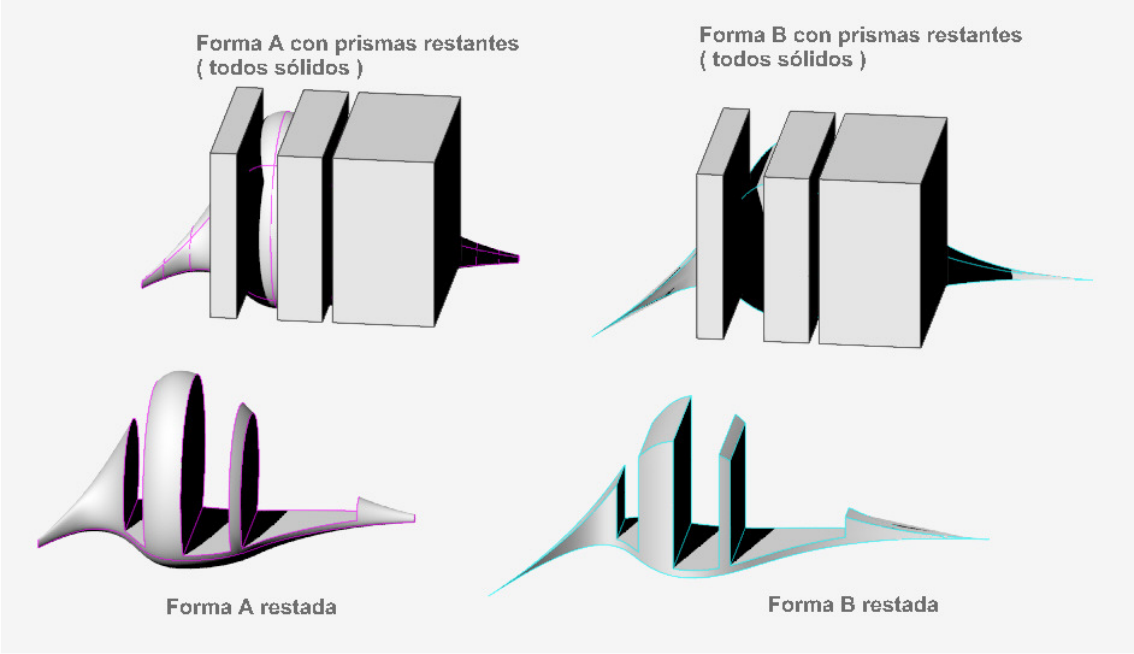
Podemos generar superficies (y después sólidos) que contengan estas curvas como generadoras de múltiple manera . Presentamos dos :

Por curvas de seciónes transversales (cerradas ó abiertas) .
Por transición entre la cuatro curvas (dos a dos ó conjuntas) .

En el primer caso ,obtenidas estas curvas de sección transversales (de manera automática en Rhinoceros) , podemos generar una superficie de transito entre ellas (cerrada ó abierta) . En caso de cerradas , podrían genera una superficie sin tapas , que al ponérselas se convertiría en un sólido operable booleanamente . En el segundo al ser superficies independiente (regladas) serían independientes . Para genera un sólido deberemos unirlas .



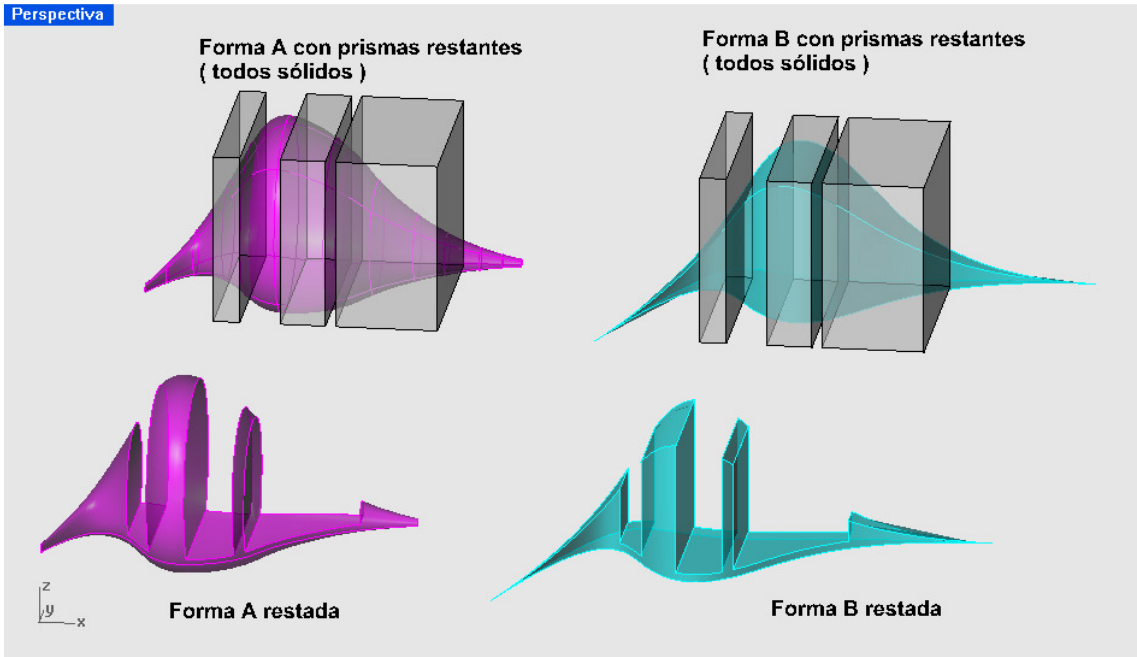
Estos solidos (polisuperficies cerradas) pueden ser operables con uniones, diferencias ó intersecciones con otros sólidos (primitivas ó no) , habiéndolo efectuado en nuestro caso con cajas (ortoedros) .



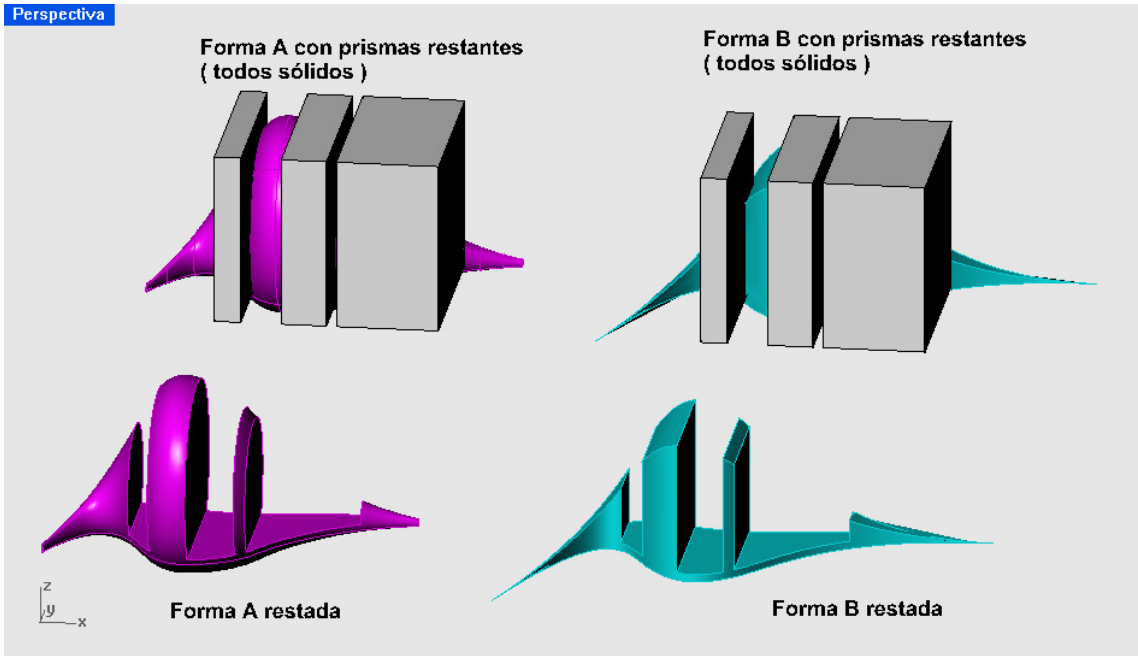
Los sólidos resultantes (diferentes en este caso) **, pueden seguir operándose boolenamente , pero no transformarse (doblarse , curvarse , etc) . Para ello necesitamos transformarlos en mallas (completas ó por partes . Estas malla ya si pueden transformarse , con el amplio conjunto de transformaciones de Rhinoceros .** Estas transformaciones pueden hacerse a la figura completa ó por partes , al explotarse ó descomponerse . **Tambien editando sus puntos de control (como mallas) , pueden ser afectados de estas transformaciones todos ó parcialmente (uno solo incluso) . Las mallas se transforman consecuentemente (dentro de la familia creada) .**

Se acompañan varias visualizaciones para que el lector , se acostumbre y entienda partes no entendidas .

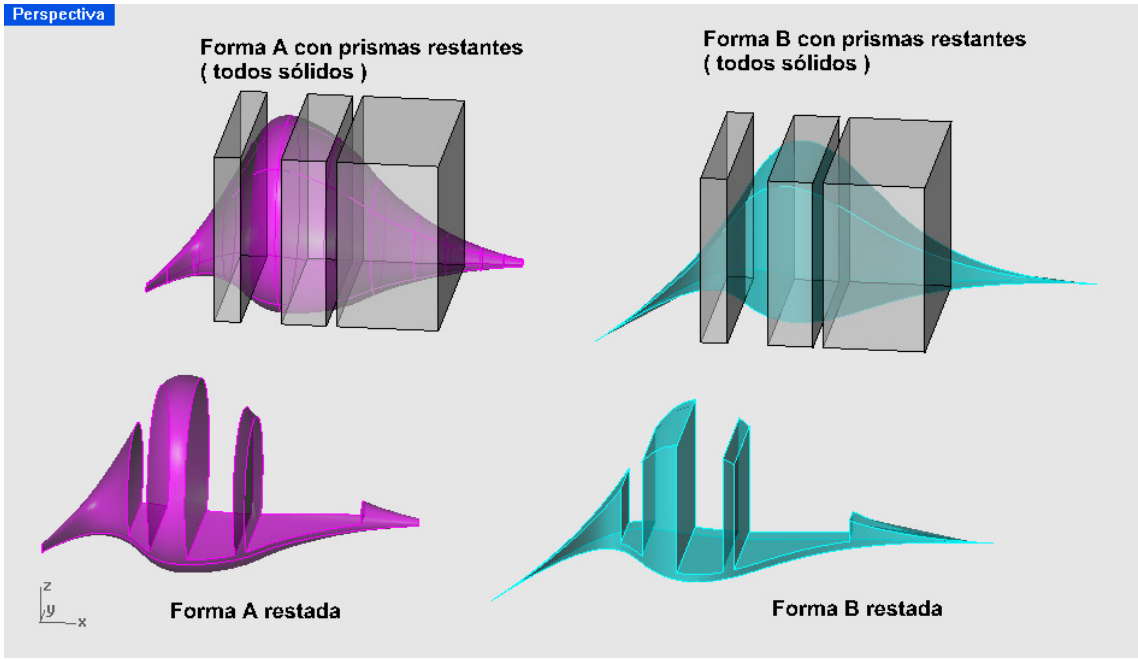
Visualización con visión de superficies ó caras .

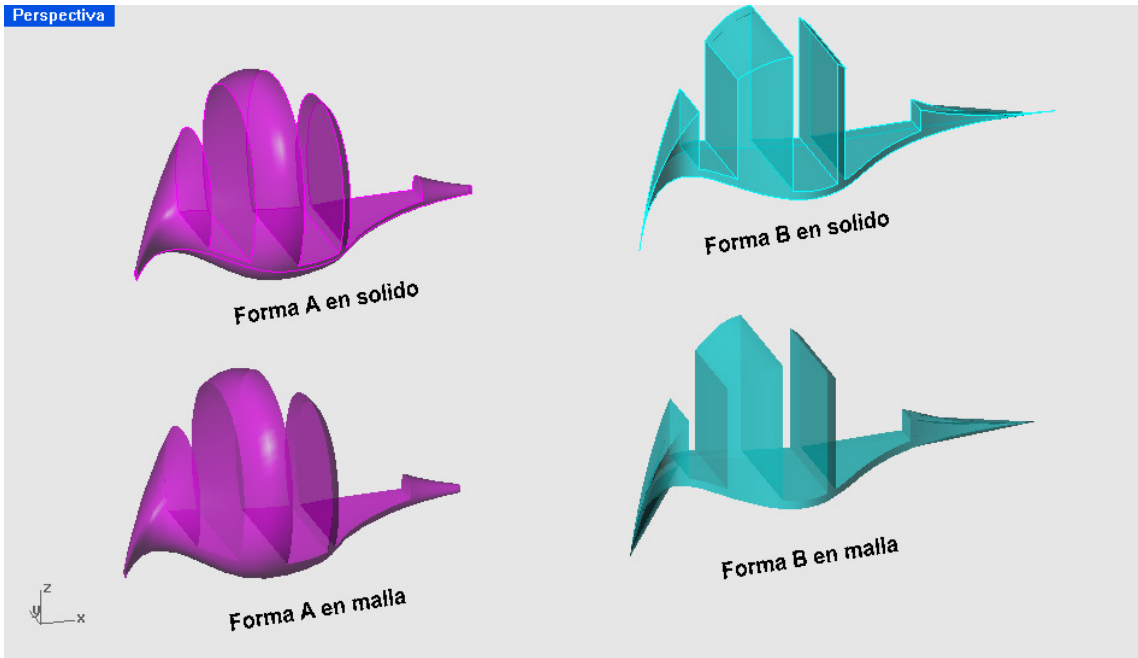


Visualización con aristas vistas .

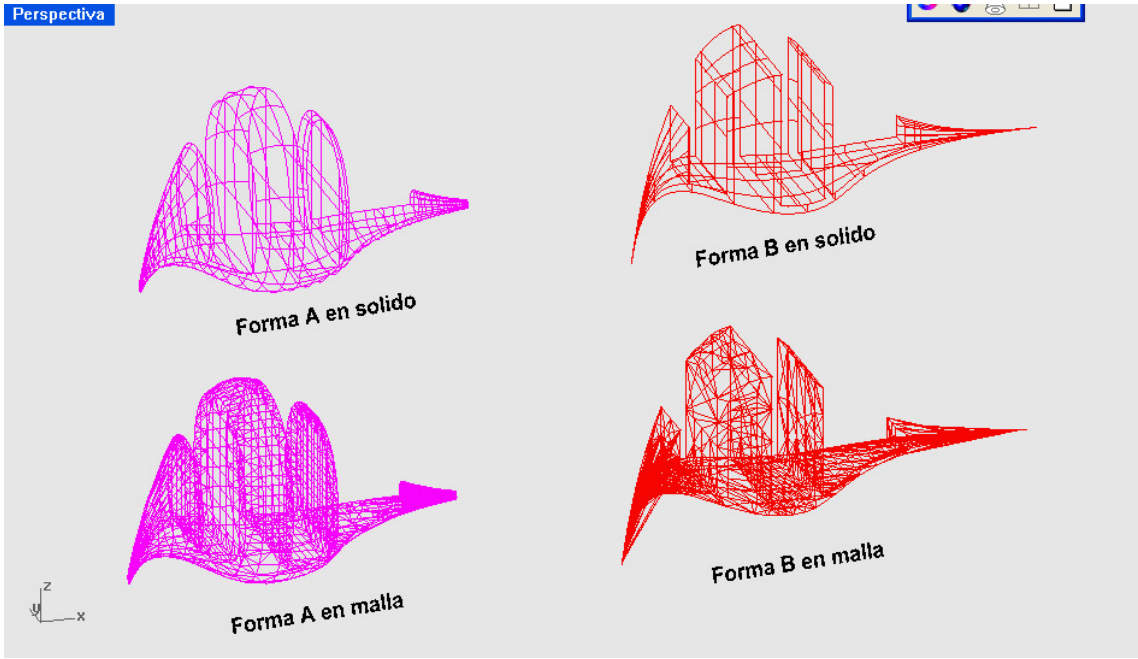


Visualización semitransparente.





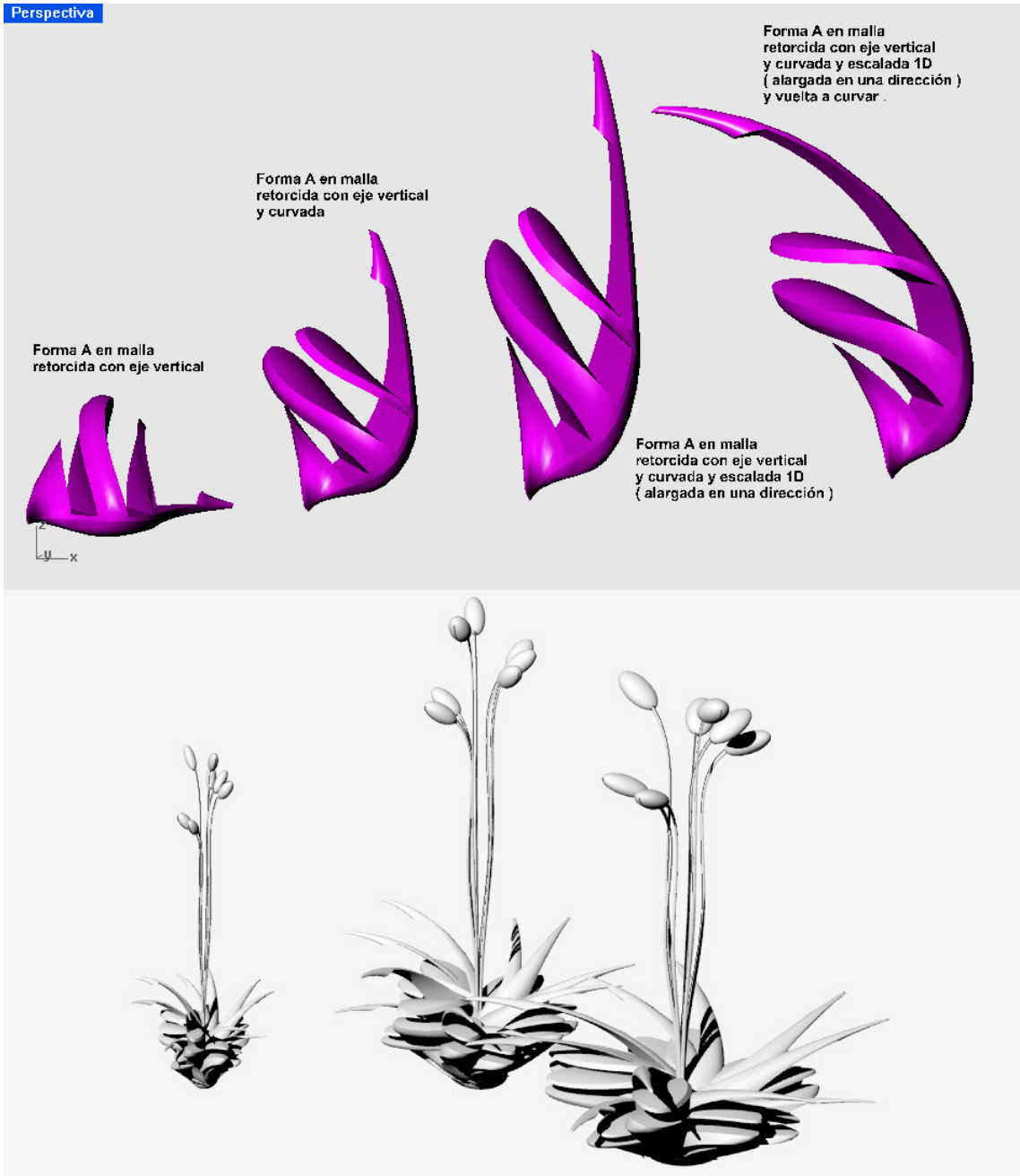
Visualizacion en aristado (alámbrica) , donde se aprecian la diferencia entre el mallado y solido . El mallado NO TIENE ARISTAS , solo caras trianguladas ó cuadriláteras .



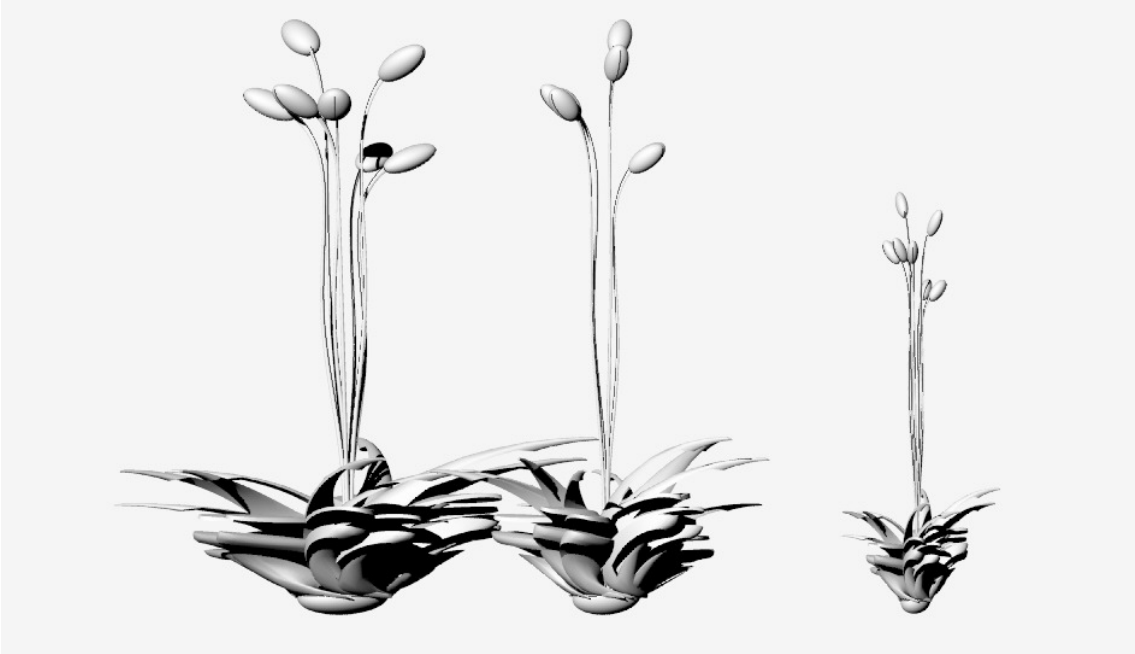
A las formas malladas , se les aplican ahora transformaciones , de RETORCIMIENTOS , CURVADOS , ALARGAMIENTOS Ó ACORTAMIENTOS (escalados 1D –2D –3D) , en las direcciones elegidas ó convenientes y con parámetros a voluntad .

La forma obtenida , vuelve a ser objetos de transformaciones de matrificación polar ó rectangular y se obtienen formas complejas , por procedimientos naturales , que dan objeto a formas también reflejada en la naturaleza .

Todas estas formas , tienen relaciones evidentemente de familias y procesos , que a menudo NO parecen ser observables .
En nuestro caso hemos llegado a una flor .



¿Diría alguien que estas formas tienen su origen en un proceso geométrico ¿

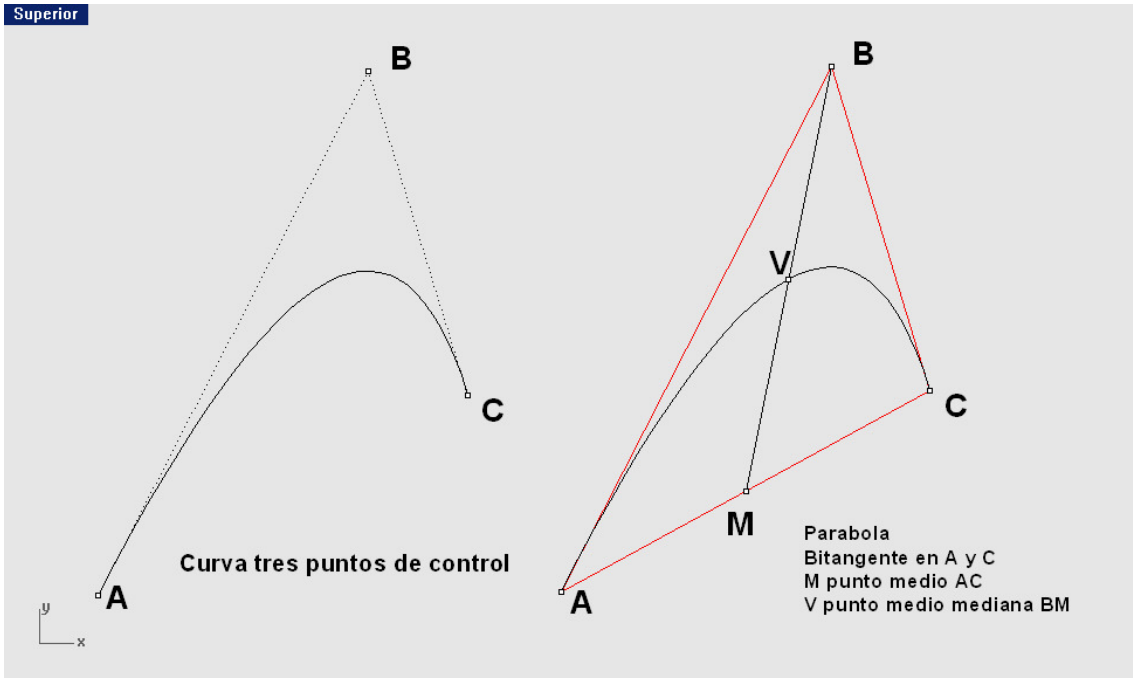


La “ línea curva “ 2D básica . La parábola .

Podemos pues definir esta figura , como la curva generada por 3 PUNTOS DE CONTROL NO ALINEADOS . Es una Parábola y tiene esas singulares propiedades y elementos .

La parábola si parece existir en la naturaleza (elementos colgantes por ejemplo) .

La riqueza formal generable con este simple elementos MULTIPLICA INCREÍBLEMENTE sus posibilidades y a ellas vamos a referirnos de inmediato .



Recordemos , que el segmento AB , de recta solo tenía dos puntos de control A y C . Al introducir el B , surge la curva (parábola) . El triangulo asociado ABC , tiene unos elementos geométricos clásicos : Centro , incentro , circuncentro , medinas , mediatrices , bisectrices , lados y angulos . Puntos medios de sus lados etc.. De entre estos en el caso de la parábola , destacan unos más que otros (a primera vista) .

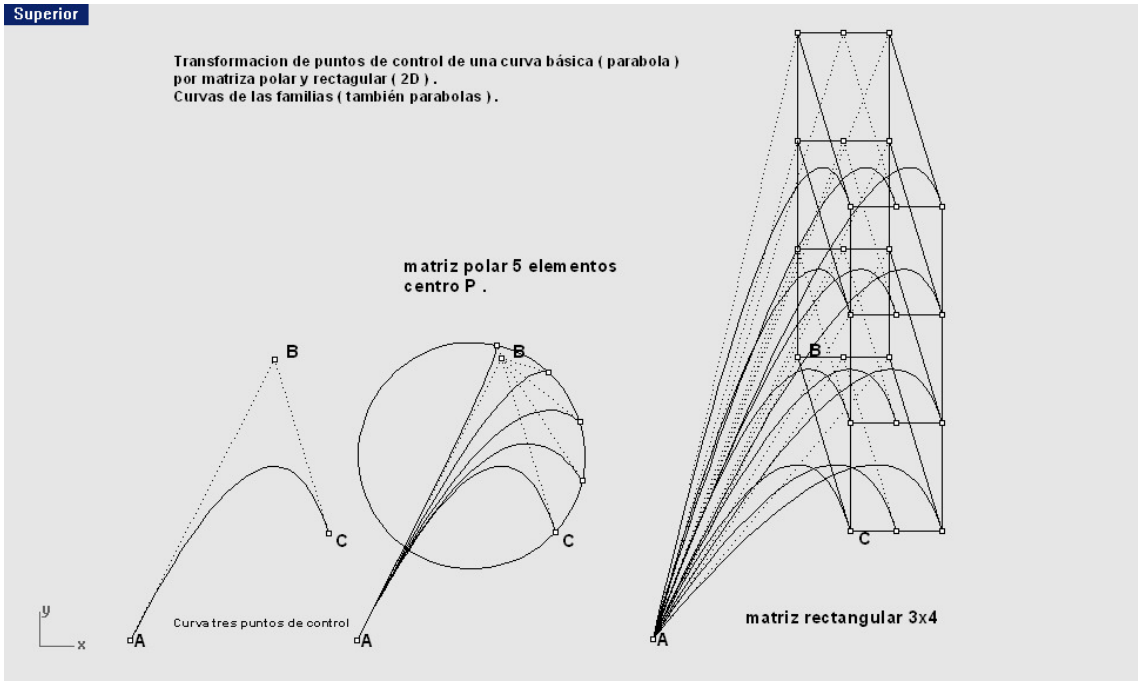
Podemos activar sus puntos de control (A,B,C) y manejarlos para obtener familias (también parábolas) , pero todas ellas quedarán ligadas por condiciones de paso , tangencias etc ..

Incluso estas familias pueden salirse del plano 2D y pasar al 3D , en virtud de la transformación elegida , los puntos elegidos ó los elementos y parámetros de estas .

El objetivo de estas transformaciones (que hacer) lo cristalizará el actor , pero una vez admitido , el procesos de crar geométricamente estas familias , lo hará automáticamente la herramienta y el actor interpretará en el " como hacer " (nuevamente el mismo proceso) . Nuevamente la herramienta dirigida se transformará en " instrumento creador " .

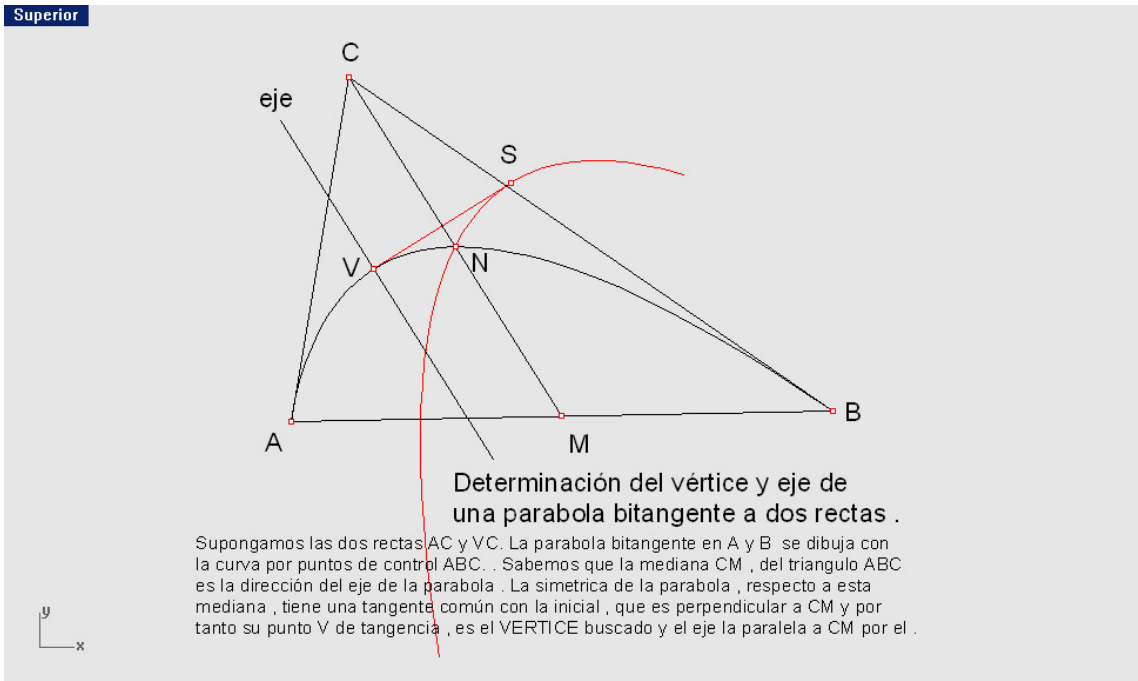
No nos cansaremos de volver a este proceso , base del trabajo .

Transformaciones por matrices polares y rectangulares 2D



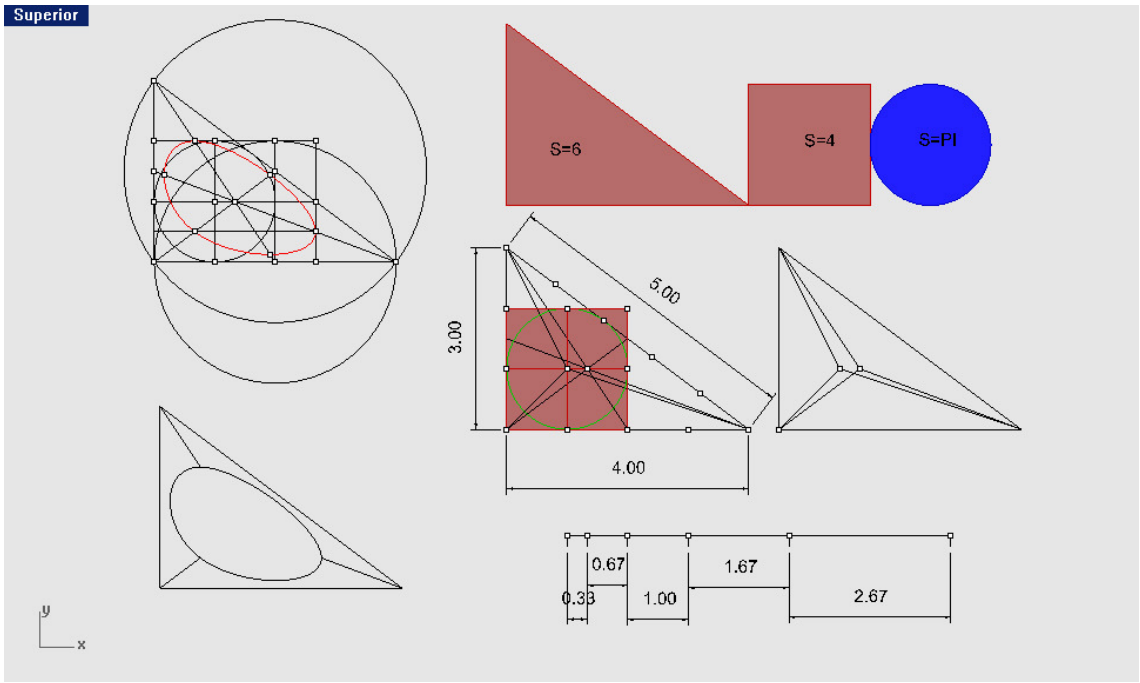
Estas familias de curvas , son muy utilizables para el diseño de formas . Estas líneas , además , son modificables por transformaciones controladas , dando origen siempre a nuevas familias de curvas con relación a la origen ó madre . En caso de partir de parábolas , siempre serán parábolas (en el plano 2d naturalmente , ya que posteriormente veremos que estas transformaciones , pueden convertir a curvas 2D en 3D , no siendo ya naturalmente parábolas , pero si cuárticas , como veremos .

Determinación del eje y vértice de una parábola bitangente a dos rectas .



Triangulo 345:

Un triangulo muy especial , además de rectángulo , es el de nominado 345 . Dos de sus catetos tienen longitudes 3 y 4 y la hipotenusa fuerza a ser 5 , por el teorema de Pitágoras .
Ademàs de estas propiedades , poseé una gran cantidad de otras , algunas de las cuales enunciamos gráficamente aquí .

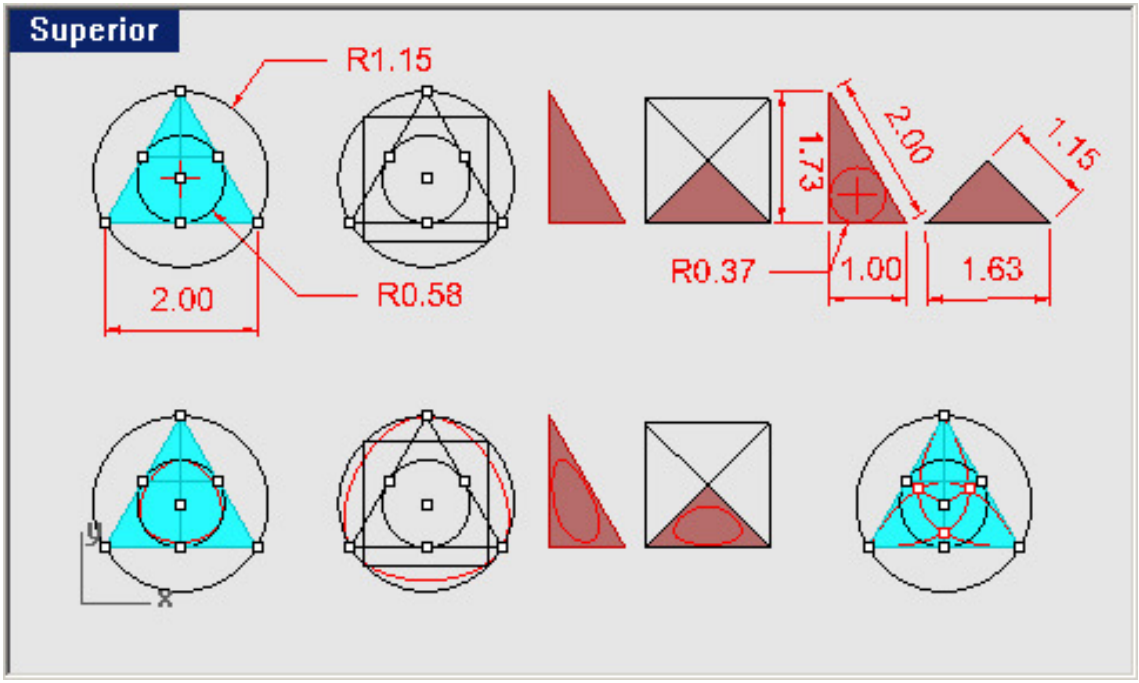


01. Su area es 6 . La de su circulo incrito es PI , por tener su radio igual a la unidad . el cuadrado circunscrito a este circulo es de arista 2 y su área por tanto es 4 . Su perímetro es 2PI .
02. Si trazamos la curva por sus puntos de control en los vértice (cerrando ABCA) , su centro es el centro de gravedad del triangulo y coincide con el baricentro ó punto de coirte de las medianas .
03. Estas medianas cortan a la tal curva de control en los puntos de edición , de esta , es decir que estos están en las medianas . (3 puntos) .
04. Estos puntos determinan una serie de Fibonacci (cada termino es la suma de los dos anteriores).
05. Es de los pocos (si no el único) de los triangulos que tiene su baricentro a la misma altura que su circuncentro (bisectrices) .
06. Esta compuesto por tres triángulos isósceles de acuerdo .
    Etc....

    Esto hace que este triangulo rectángulo fuera muy usado por los egipcios , para determinar exactamente un angulo recto de 90 º , con una simple cuerda de más de 12 unidades de longitud **(3+4+5 = 12) .**

Triangulo equilátero : Polígono regular de tres lados iguales . Definen 2D .

Este triangulo regular, tiene tres lados iguales , lo que hace que tanto sus medianas , bisectrices y alturas coincidan en un UNICO punto su CENTRO . Sus circulos inscritos y circunscritos , son concéntricos y muchas propiedades se simplifican y multiplican . La mediana ó altura (ó bisectriz) de un lado lo dividen en dos rectángulos iguales . Es el denominado cartabón , marcando un angulo de 30º otro de 60º y el restante de 90 º . Cualquier lector entiende los que este triangulo ha significado para todo , junto al isósceles denominado escuadra (45º+45º + 90 º) .



De estas propiedades , algunas son ya antiguas conocidas . Otras no tanto , pero vamos a cargar en aquellas , casi desconocidas ó no usuales .

La informática , los ordenadores y los programas de CAD ó diseño geométrico , nos permiten si esfuerzo, relacionar nuevas propiedades y teoremas interesantes y con multitud de futuras aplicaciones .

Si aplicamos una serie de operaciones a un triangulo , que en principio supondremos regular y equilátero , podremos con comodidad establecer nuevas propiedades geométricas relacionadas con la

Nueva geometría que estas herramientas y medios conllevan .

Estas nuevas geometrías , aparecen ligadas a las nuevas transformaciones ó generaciones de las curvas ó formas que las van a hacer aparecer .

Tetraedro 00 :

Cuatro puntos en el espacio 3D , NO COPLANARIOS , A , B , C , D , **DEFINEN UN TETRAEDRO Irregular .**

Aparente salto para inconformistas nuevamente . Nueva lógica .

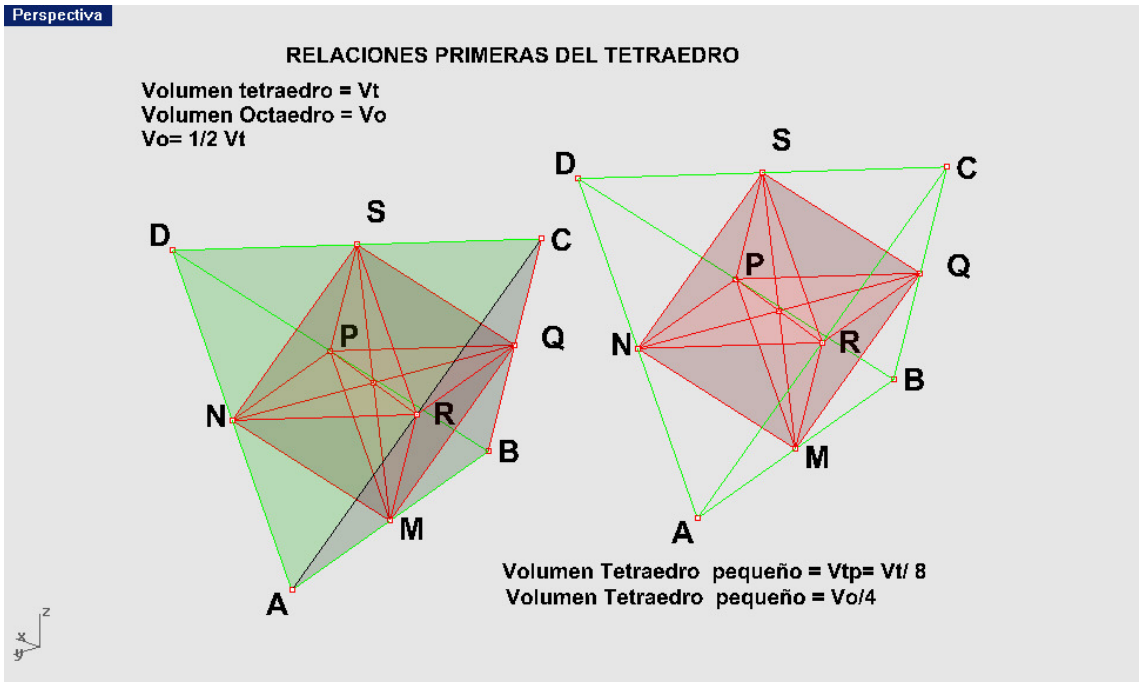
Los puntos medios de sus seis aristas M , N , P , Q , R , S , definen un OCTAEDRO asociado al tetraedro inicial . Sus dos volúmenes quedan relacionados siendo **el del octaedro la MITAD del tetraedro . Los cuatro tetraedros de aristas mitades , tienen por tanto sus volúmenes en un cuarto del octaedro (este es cuatro veces más) .**

Las Líneas alabeadas y 3D . El cuarto punto de control y siguientes .

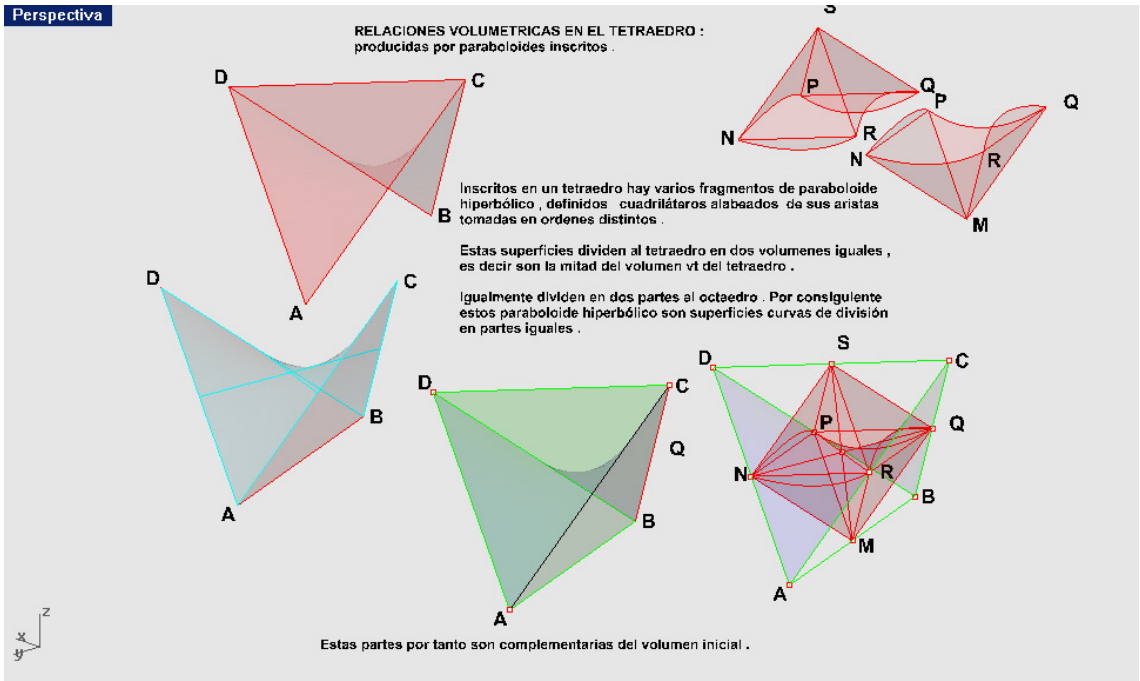
La introducción de un cuarto punto (ó más) de control , introduce riqueza en la curva , la curva pasa a ser un a forma " **viva** " tanto en 2D , como en 3D . Si es en el espacio 3D , la curva puede ser **alabeada**

(el cuarto punto NO está en el mismo plano que los tres primeros) . Estas curvas alabeadas 3D y las planas 2D , se pueden obtener uniendo puntos de control de figuras ó formas conocidas (poliedros regulares , semirregulares y otros , ó polígonos también regulares) . Posteriormente dedicaremos un amplio capítulo a estos tipos de curvas

.



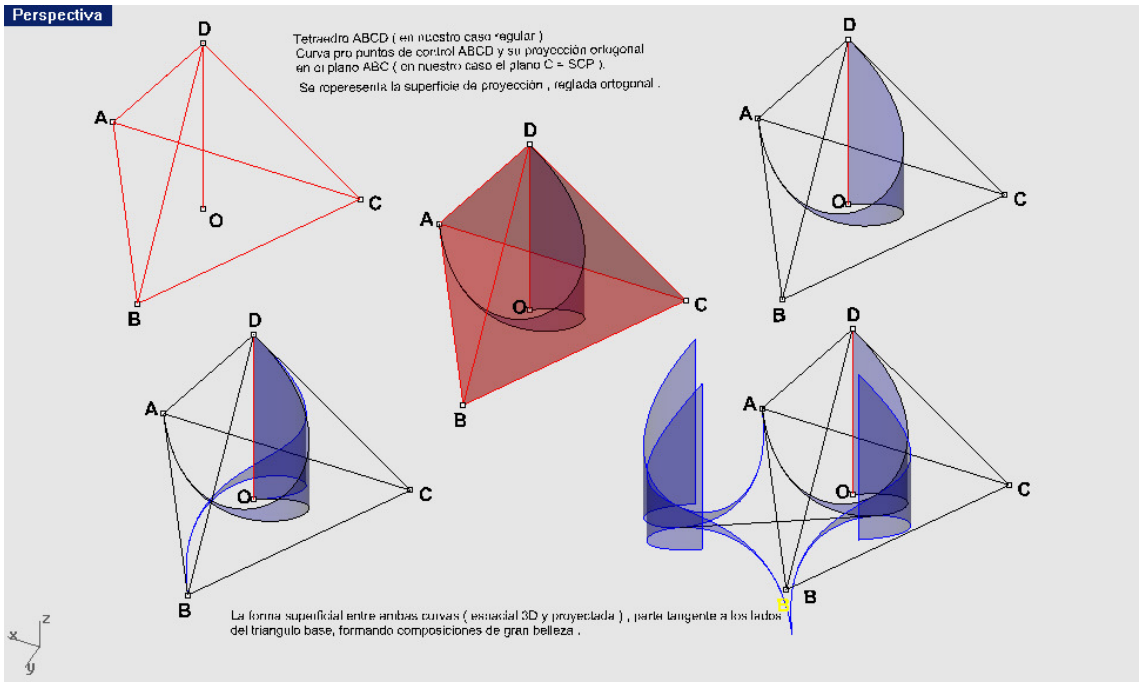
Otro salto , a las superficies curvadas . Pero las relaciones entre los cuatro puntos (3D) no coplanarios , el cuadrilátero alabeado y el paraboloide hiperbólico , lo hacen necesario .



Cualquiera de los paraboloides hiperbólicos , divide a ambas figuras en partes del mismo volumen . **Vemos que estas figuras formanun sistema de medidas múltiples , aunque son formas diferentes . Podemos considerar al paraboloide hiperbólico definido por un cuadrilátero alabeado , como un superficie equipartidora , por medio de los tetraedros asociados al cuadrilátero alabeado .**
Las tres medianas (de centro de lado a centro de lado opuesto , son por tanto rectas muy singulares . Estas tres rectas (segmentos) **marcan también las direcciones de los ejes de los consecuentes paraboloides hiperbólicos , alojados en el tetraedro .** Si el tetraedro fuera regular , también lo sería el Octaedro y estas rectas serían los ejes . Por lo que el punto de corte (centro) sería el vértice de todos .

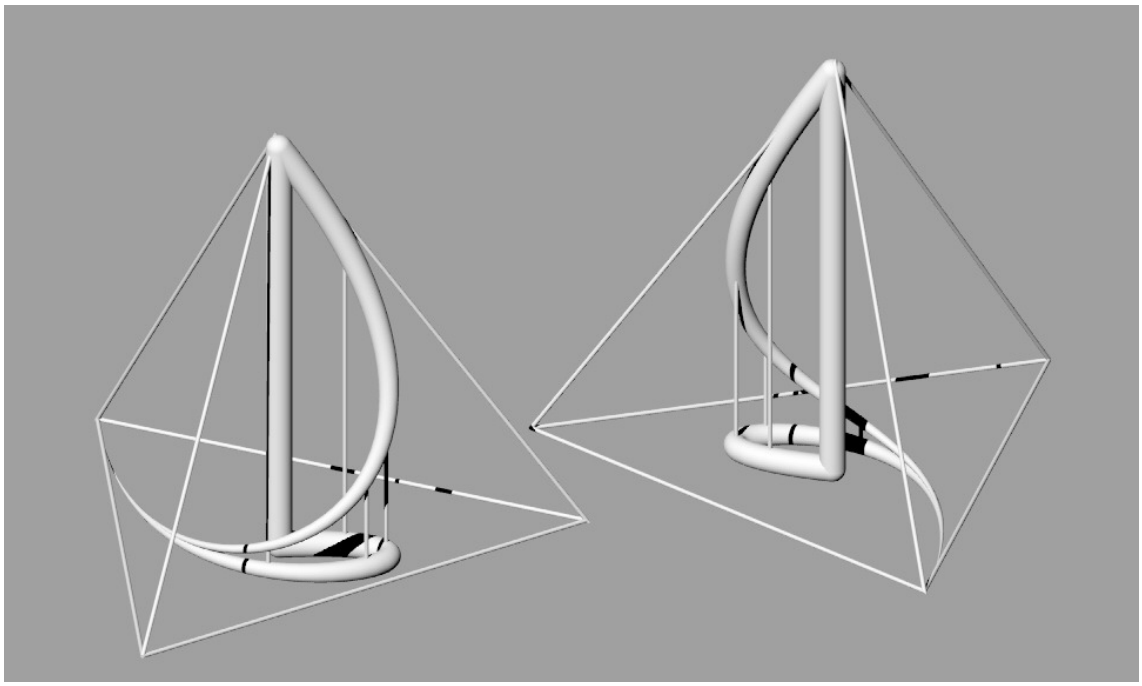
La curva parabólica 3D : Otra peripecia geométrica y nueva posible crítica .

Veíamos que la curva parábola era la curva de tres puntos de control y que esta curva era bitangente en el primero y último al las dos rectas definidas por el primero y segundo y segundo y tercero .
Si hacemos una correspondencia entre el triangulo (3Puntos) y el Tetraedro (4 Puntos) y trazamos la curva por los cuatro vértices como puntos de control , definiremos la **Curva Parabólica (3D) .**
Dado que el comienzo y sentido de estos cuatro puntos , aporta varias soluciones (más bien posiciones) de la misma curva , orientada en diferentes posiciones . El sentido dextrógiro ó levógiro de la elección de puntos de una cara y después el exterior (4º) produce 6 curvas por cara , es decir 24 curvas , algunas de las cuales son coincidentes . **Todas ellas pasan por el centro del Tetraedro y es este su único punto común .**



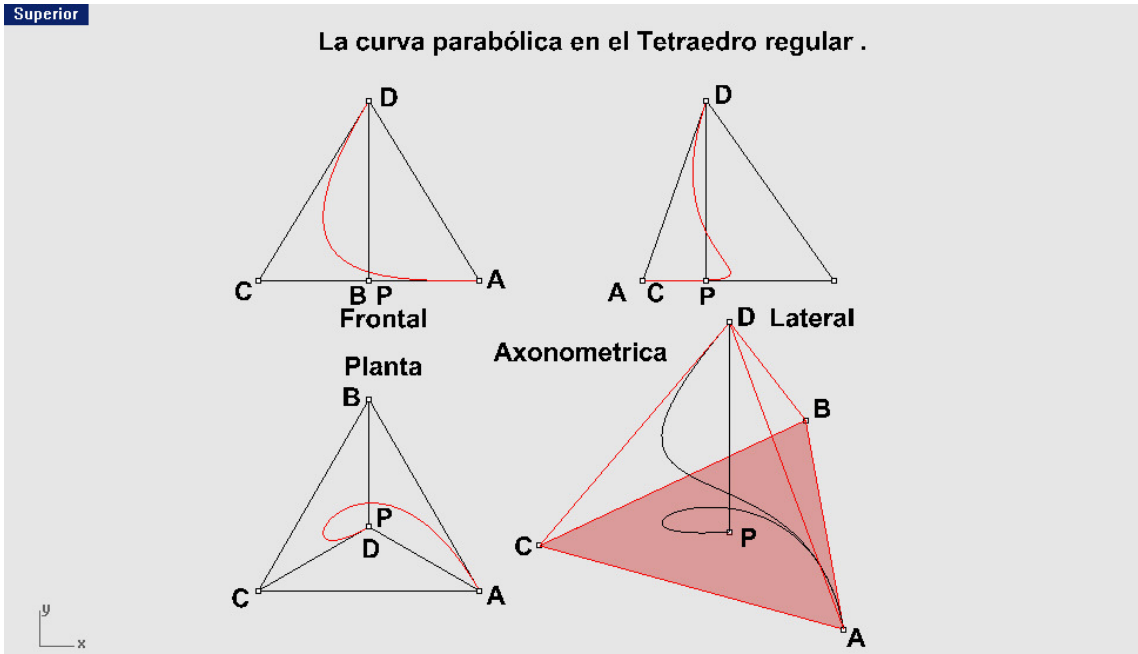
Podemos partir de la cara base de un tetraedro regular y trazar la curva de puntos de control ABCD y proyectarla sobre esta base ABC . Ambas curvas forman una superficie cilíndrica , que se representa en la figura . Estas curvas son importantes para un diseño espacial , como la parábola , lo es en 2D . Es una curva alabeada básica en 3D , como la parábola lo es en 2D

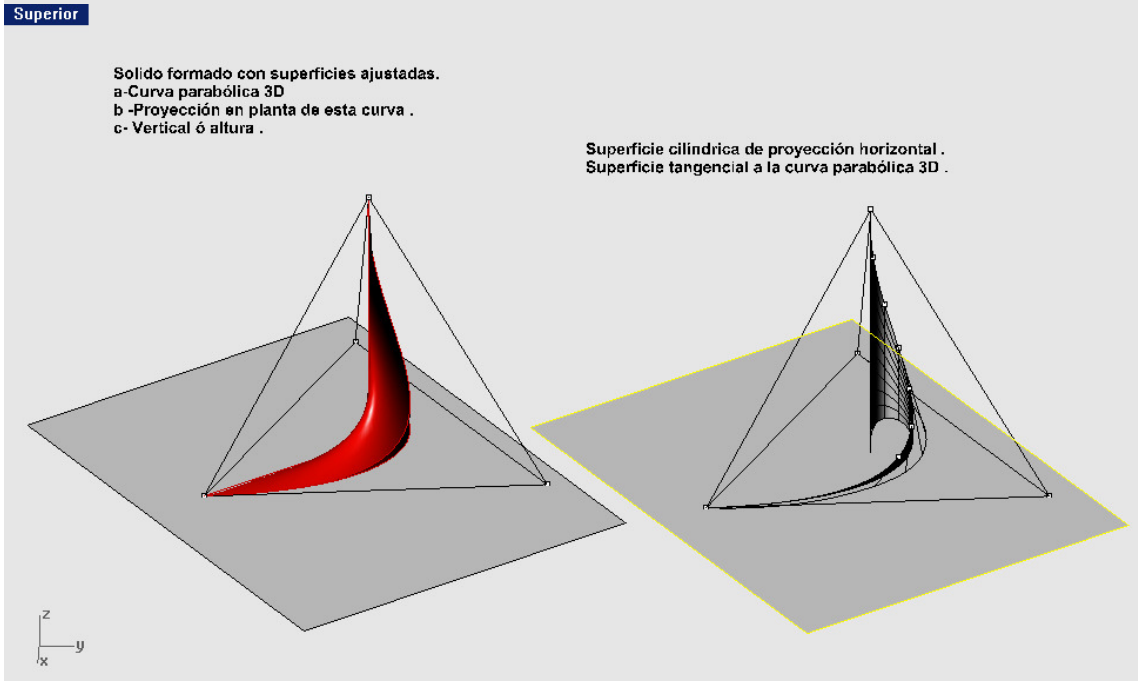
.



En la figura anterior , se han volumetrado en tubos , todas estas curvas , para apreciar su belleza y sistema geométrico – compositivo .

Utilizando esta curva su proyección y la altura , se ha generado una forma sólida de tres caras superficiales alabeadas , cilíndrica y plana de base , que es ajustable y cerrada y puede integrar una forma sólida ó polisuperficial cerrada . **Esta forma es tratable booleanamente y convertible en mallas , para sus deformaciones y trasnsformaciones , también muy interesantes .**

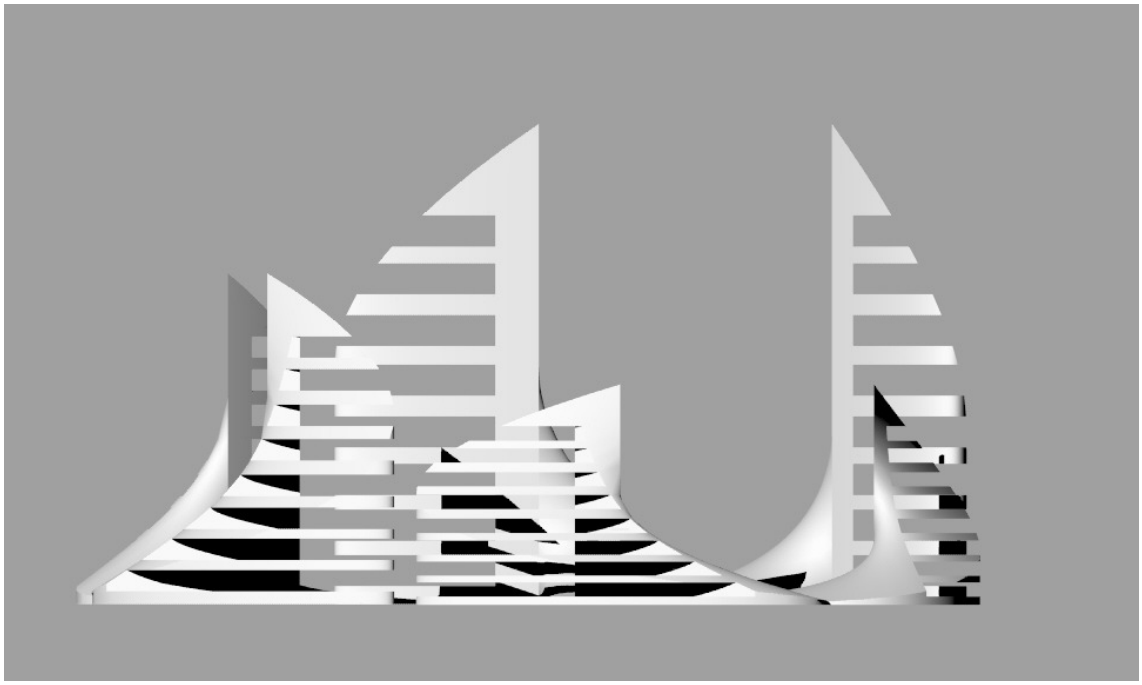


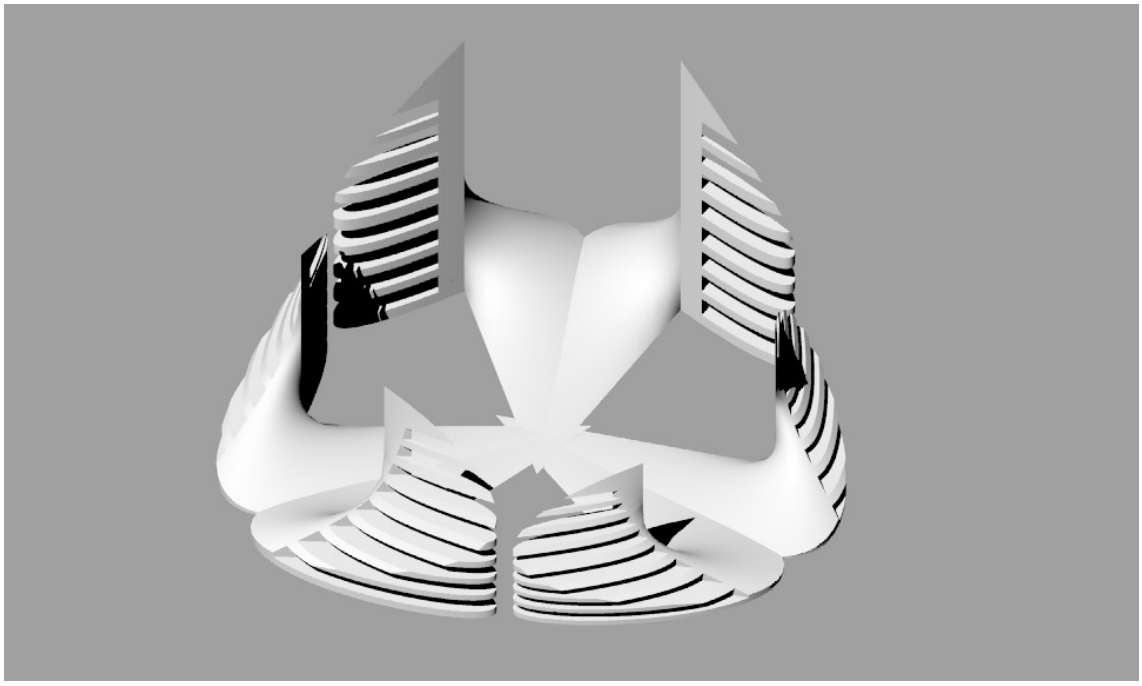


Con esta forma solidificada se han realizado las siguientes formas , aplicanos deformaciones a escala y matrificaciones .

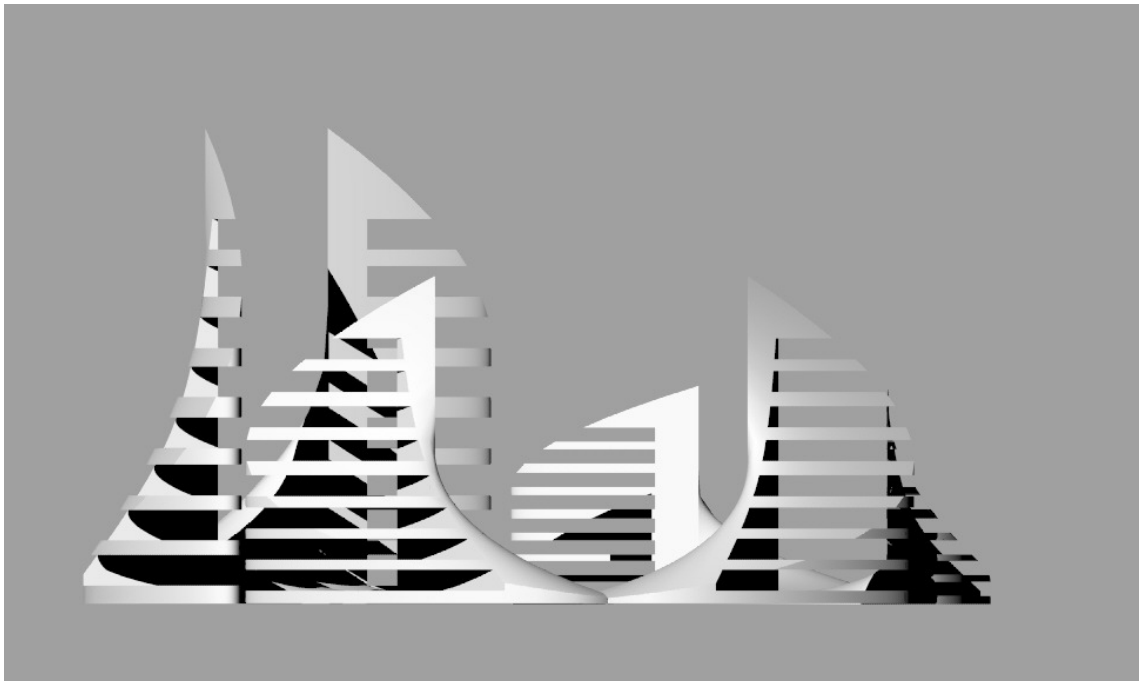
El lector puede practicar sus lecturas y entendimientos , de lo anterior , al mismo tiempo que practica el programa y su manejo .

Esta curva parabólica , 3D , es a la otra parábola 2D , lo mismo que a esta solidificación formal en superficie ó en volumen .



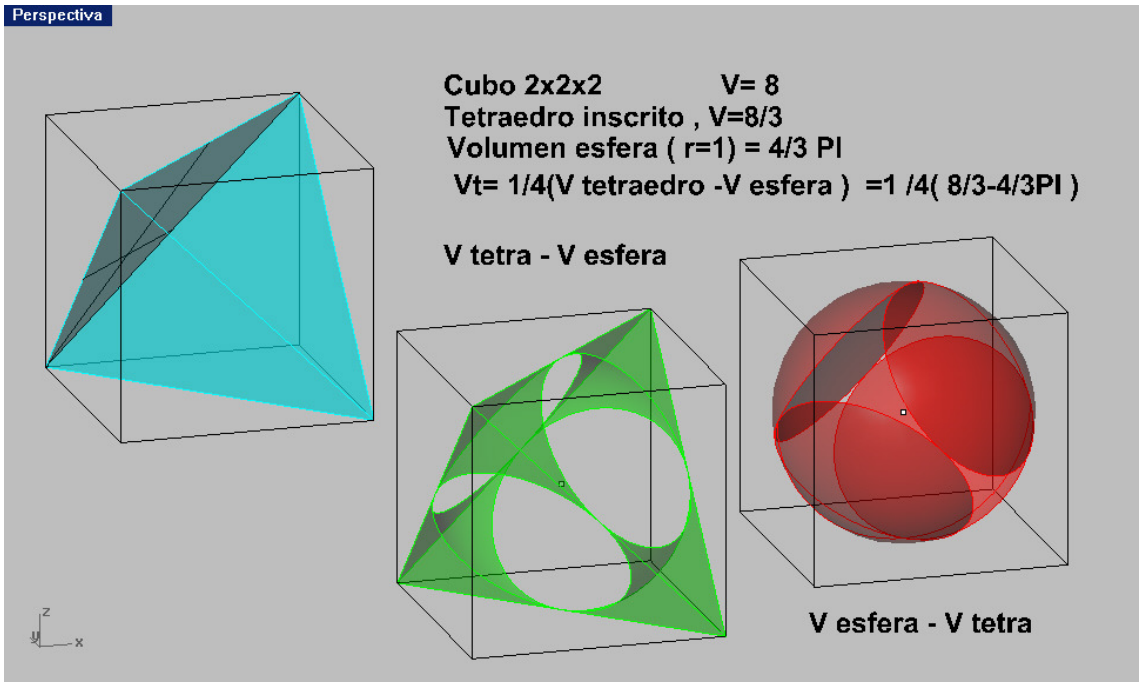


Esta forma solida tratada com tal, booleanamente , permite obtener formas asociables en transformaciones , que ya van dando un tinte al que hacer , y explicado el como , geométricamente hablando . Todo está en relación con un prinicpio , que puede no verse , pero allí esta , seguro . Activando sus puntos de control , edición y fases , este proceso quedará clarificado , pero no fijo , ya que puede actuarse en cualquier momento , incorporando nuevos factores .



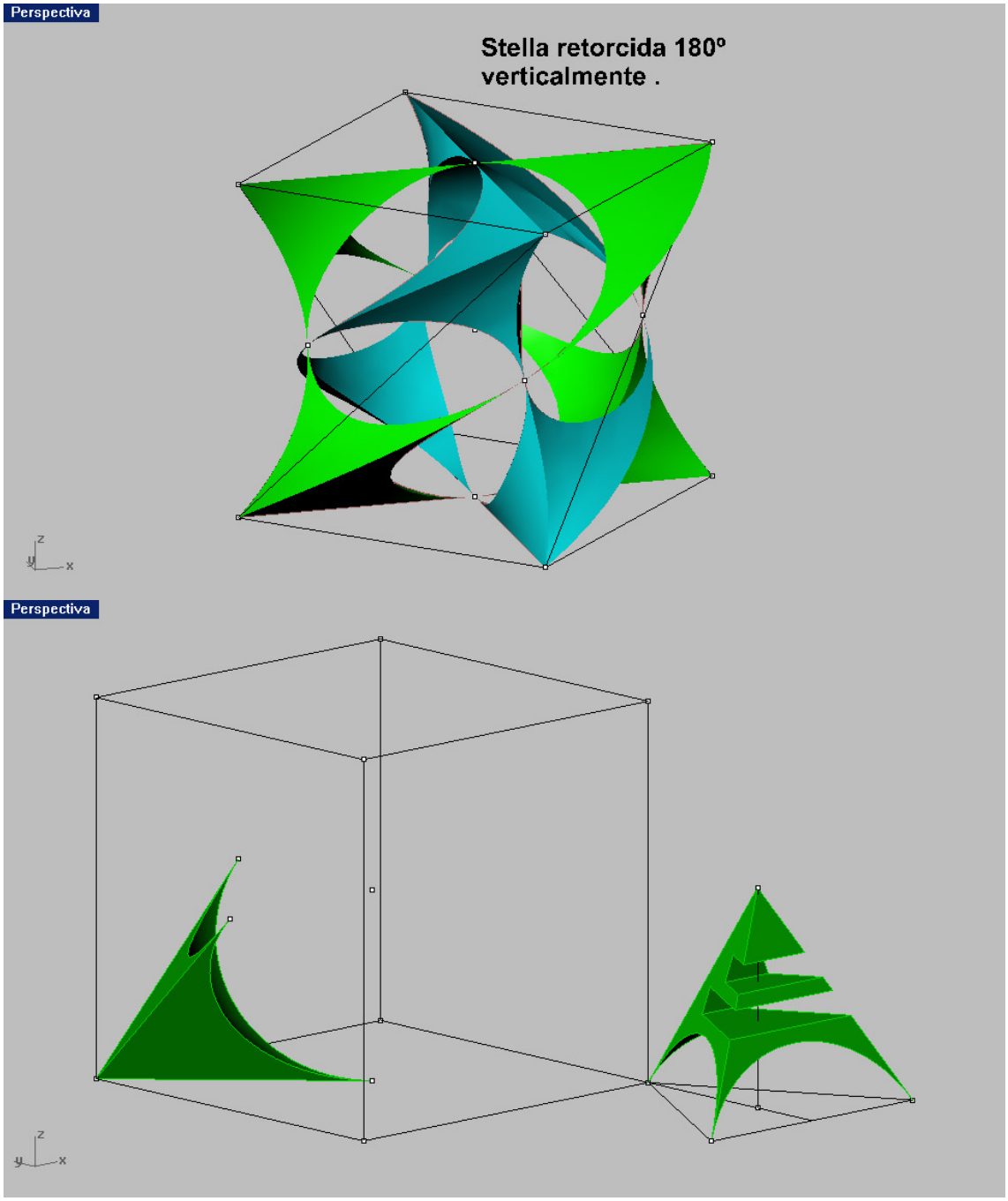
Operaciones entre tetraedro y esferas inscritos en un cubo de arista 2 :

es una tercera parte del del cubo , que es 8 . Es por tanto 8/3 . Igualmente estan relacionados con la esfera y sus diferencias booleanas sólidas . En la lámina aparecen algunas de estas relaciones .

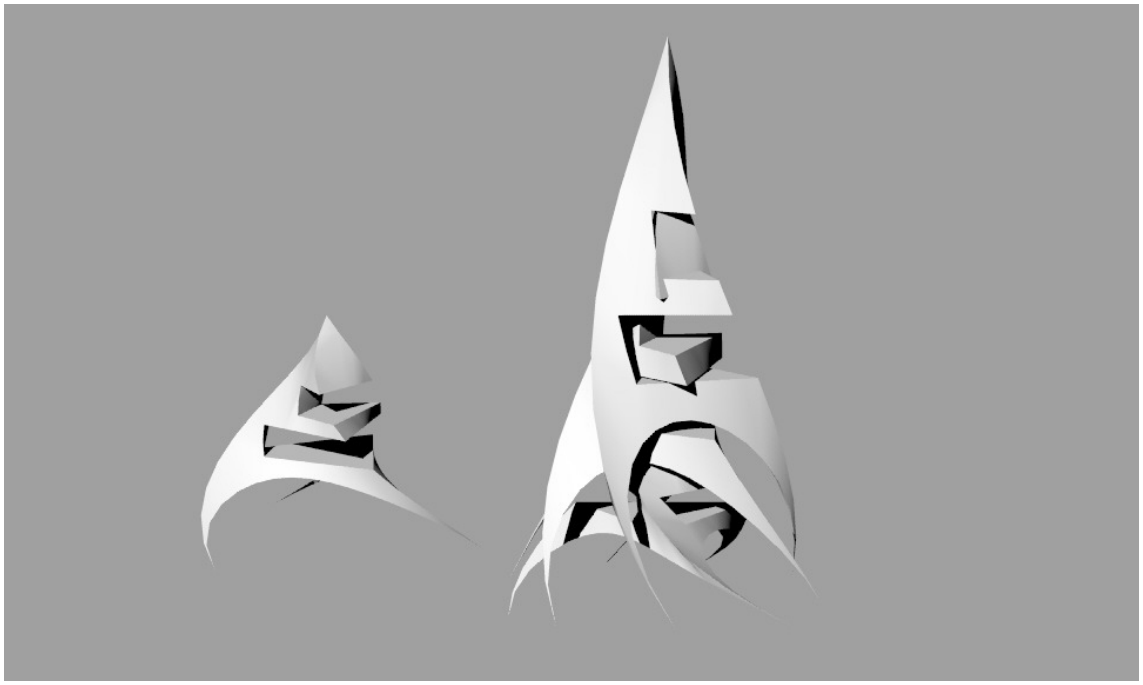


Estos cuartos de las diferencias , también son intersantes por las formas que pueden producir , al aplicarse transformaciones ó deformaciones que Rhinoceros permite obtener automatizadamente .

Presentamos a continuación algunas , como ejercicios propuestos para aprender geometría de estos objetos y el programa simultáneamente . Los resultados serán sorprendentes por inesperados y bellos .



El cuarto de la diferencia booleana del tetraedro y esfera inscritos en el cubo , se ha puesto apoyado horizontalmente en sus tres patas , e pirámide triangular regular (otro tetraedro , de arista mitad) . Su base es un casquete triangular regular esferico . A este sólido se le ha n restado prismas otroédricos verticales , que producen la figura representada . Comprobamos pués que son sólidas y las podemos diferenciar . El resultado es también sólido y es transformable a malla , para poder transformarlo ó deformarlo y matriciarlo después en tres formas que a su vez son escaladas solo en altura (para obtener alturas diferentes , pero con igual base . **Esta figura finalmente es matriciada polarmente en 3 elementos en 360 . La forma obtenida puede observarse con facilidad en las representaciones aportadas .**



Nuevamente recordamos al lector :

El lector puede fácilmente observar el proceso formal que aquí planteamos :

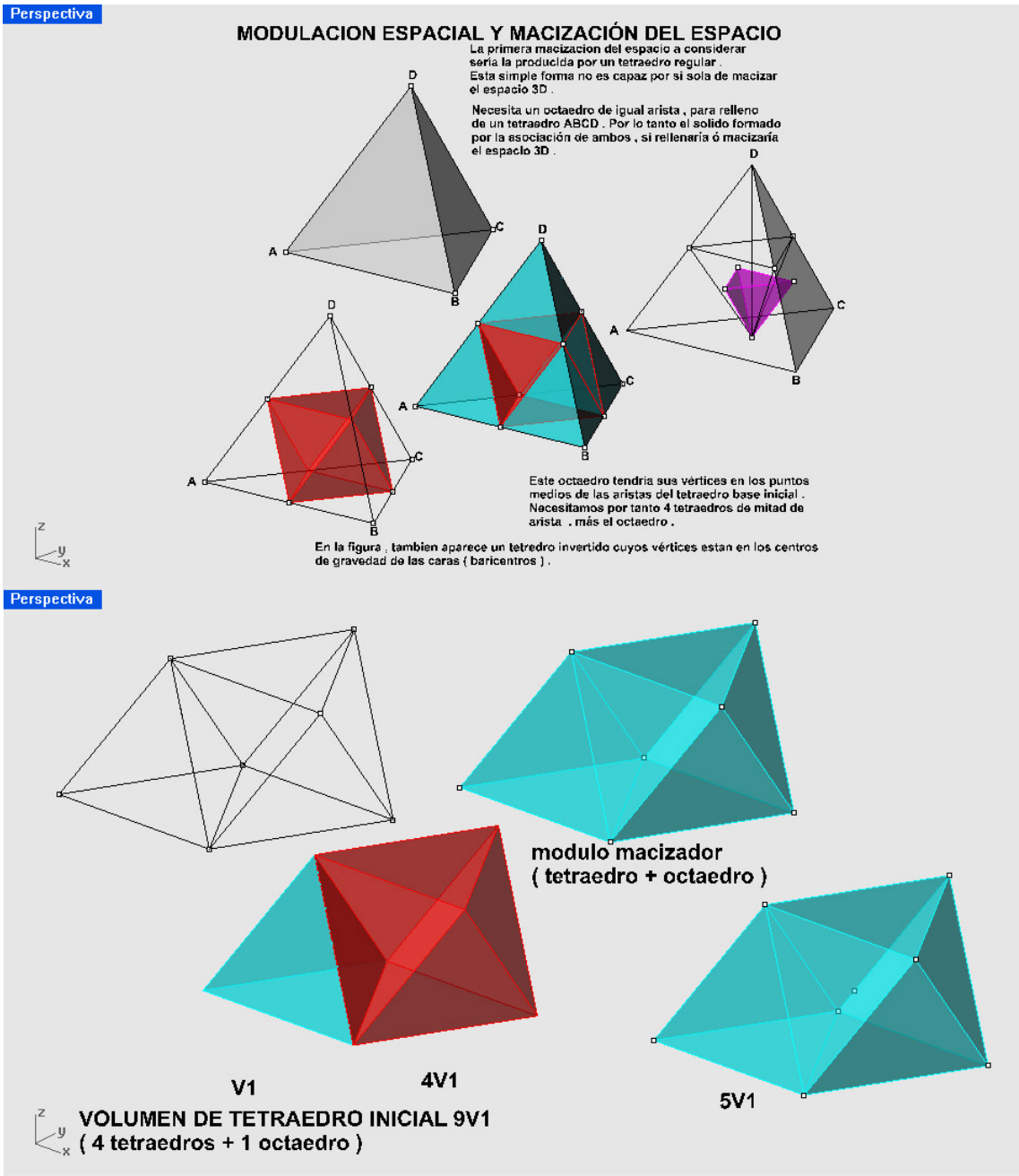
01- **Se parte del análisis de un objeto geométrico básicamente conocido . Se estudian sus generaciones y elementos , también geométricamente .**
02- **De entre estos elementos , se escogen aquellos más relacionados con el hecho estudiado . Esta selección , será valorable en función del cocnocimiento del objeto de partida . Su análisis y coherencia con el desarrollo , fines y objetivos ó investigación .**
03- **Se investigarán las trasformaciones ó deformaciones pertinentes al caso y se aplicarán al objeto , trasformándolo previamente en mallas .**
04- **Finalomente obtendremos resultados , que podrán ser aplicados ó desarrollados e investigados .**

La observación y visualizaciones , con efectos luz - sombra – material , será siempre posible a lo largo del trabajo , que siempre podrá ser almacenado y formarán parte del proceso completo y su historial . Siendo posible su "reentrada" siempre .

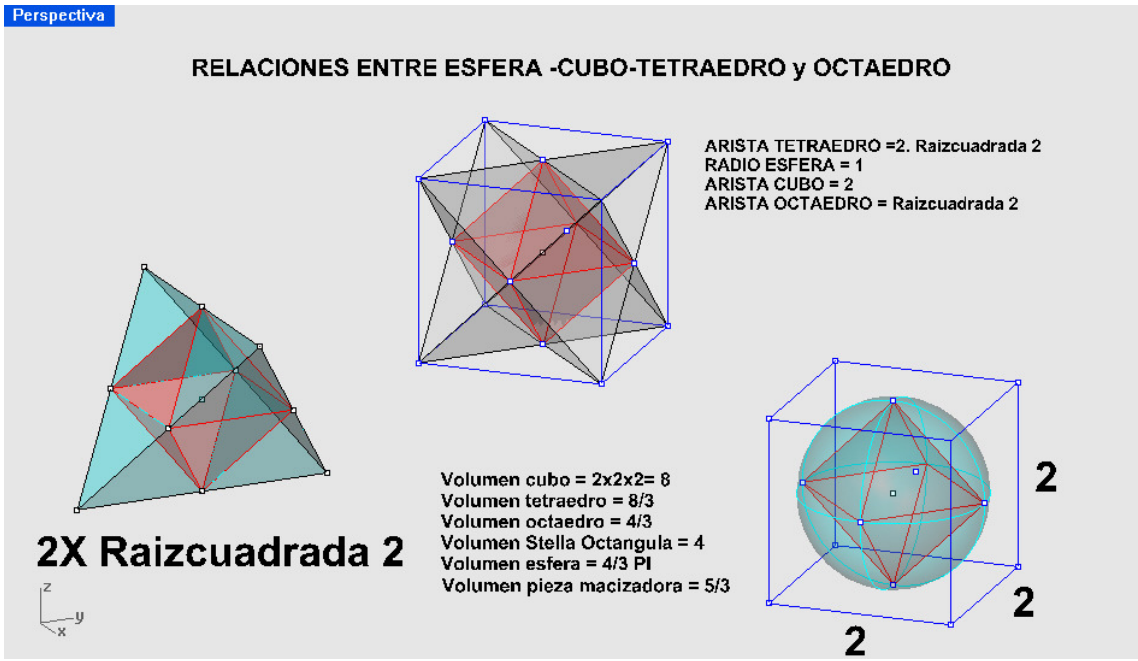
.

MODULACIONES DEL ESPACIO 3D

El relleno ó macizado del espacio tridimensional 3D , ha preocupado desde siempre . Sabemos que el CUBO puede macizar ese espacio de una manera ortopédica u ortoédrica simple .
Los otros poliedros , necesitan piezas complementarias , que en su momento explicaremos .
Particularmente el TETRAEDRO por si solo No rellena espacio : Necesita una p ìeza (u otras piezas) para hecerlo .
La primera es el Octaedro de arista mitad .
Asociados en una sola OCTAEDRO+ TETRAEDRO , forman un poliedro de caras y aristas iguales (pero no ángulos) que **si rellena espacio . Esta pieza va a ser llamada macizadora .**



Son interesantes las siguientes afinidades métricas de estas piezas :



Volveremos a tomar como base un cubo de arista 2. Esto nos hace más fácil ver relaciones entre sus figuras integradas : Esfera , Tetraedro . Octaedro y Stella octangula .

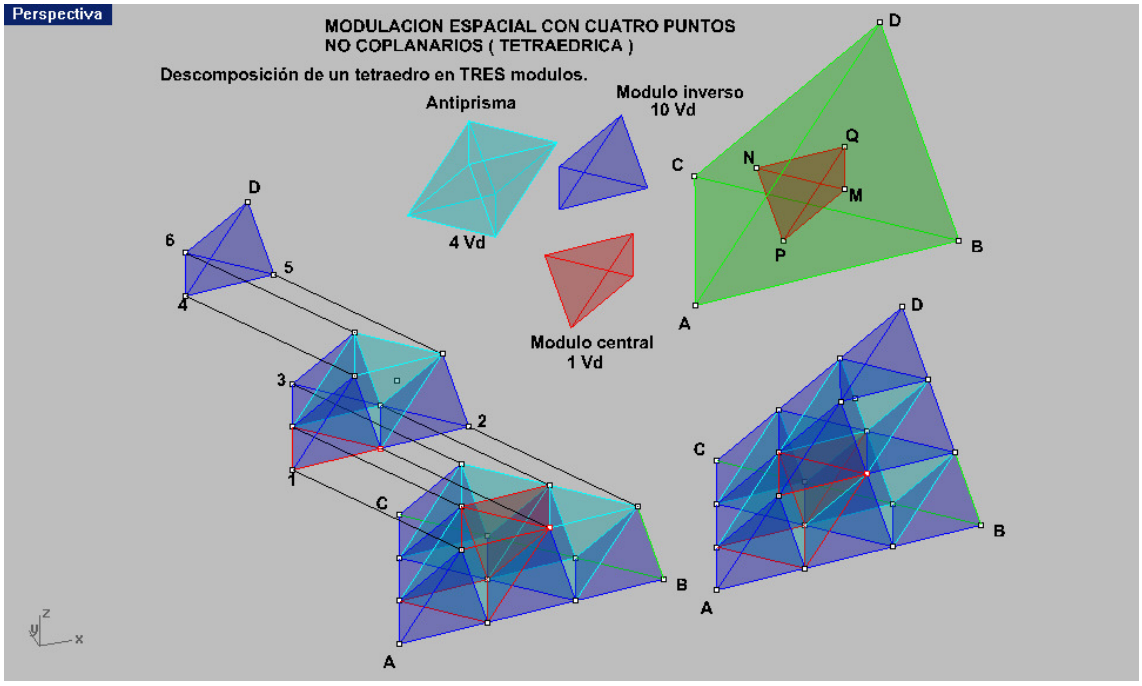
La esfera , al tener un radio UNITARIO , tiene un volumen igual a CUATRO TERCIOS DE PI .
El Octaedro , tiene un volumen de CUATRO TERCIOS . **Es decir que la relación entre el volumen de la esfera es precisamente PI (el volumen de la esfera es PI veces el del Octaedro) .**
El volumen del cubo es OCHO .
El volumen de la STELLA OCTANGULA es CUATRO , es decir la mitad del cubo .
El volumen del Tetraedro es OCHO TERCIOS . Es decir el doble del octaedro y también esta relacionado con la esfera mediante PI , al igual que el CUBO .
La pieza macizadora tiene un volumen de CINCO TERCIOS . Como vemos aparece el número CINCO , por primera vez .
VEMOS QUE TOPDAS ESTAS FIGURAS ESTAN RELACIONADAS ENTRE SI , EN SUS ELEMENTOS MÉTRICOS (al menos) . Posteriormente veremos que los otros dos poliedros DODECAEDRO e ICOSAEDRO , también lo están (pero con otros nuevos números , donde parecerá de alguna manera PHI y la relación áurea) .

2ª manera de macizar espacio :

Si suponemos un tetraedro cualquiera A-B-C-D en el espacio 3D de inmersión , podemos disponer en cada cara **su centro de gravedad de cara (punto de corte de las medianas -baricentro) . Sean estos M-N-P-Q .** Estos cuatro puntos determinan un tetredro semejante al inicial y su volumen es 1/27 del inicial (obserservese que es 3 elevado al cubo) . Recordemos que el volumen de este tetredro es a su vez la tercera parte d e su prisma base .
Este tetraedro MNPQ es el primer módulo .
Definamos después el Tetredro inverso , con sus mismas dimensiones , pero complementario. Este rerá el modulo inverso . El antiprisma de bases las de ambos y altura igual , será la tercera forma ó módulo .

Sin más que observar la figura adjunta , vemos que el tetraedro ABCD , se regenera utilizando:

Un módulo madre ó central .
4 módulos antiprismas a su arrope .
10 módulos inversos .
Todos estos módulos tienen las mismas cuatro aristas igual altura y los mismos volúmenes , en el caso de los tetraedros , complementándose con los cuatro antiprismas .

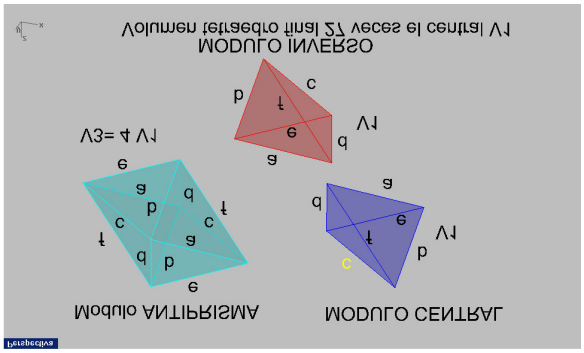


Esta descomposición espacial , en estas tres piezas es siempre posible , y resulta interesante para infinidad de modulaciones espaciales trianguladas , ya que como hemos dicho utiliza CUATRO dimensiones lineales .

Si el tetraedro es REGULAR , estas tres piezas tienen unas singularidades especiales .
Dejamos al lector , su ejercitación e investigación .

Esta segunda macización , es más compleja , pero tiene algunas ventajas , ya que en la primera NO es un antiprisma . Utilizando una forma híbrida del antiprisma y cada una de las pirámides , temdríamos DOS piezas únicamente . Observese que las dos pirámides NO pueden integrarse en una pieza por sus caras y si por sus aristas . El paralelismo de los planos y cxaras de las tres pieza (de igual longitud de aristas) . lñas hace facil de ensamblar .

Este tipo de modulaciones (trianguladas) hace posible sus utilización en construcciones ó formas trianguladas . La primera necesita en el octaedro una triangulación supletoria en la base cuadrada. La segunda es completamente triangulada y por tanto “ indeformable “ . Esto hace fácil seleccionar su aplicación en cualquier caso .



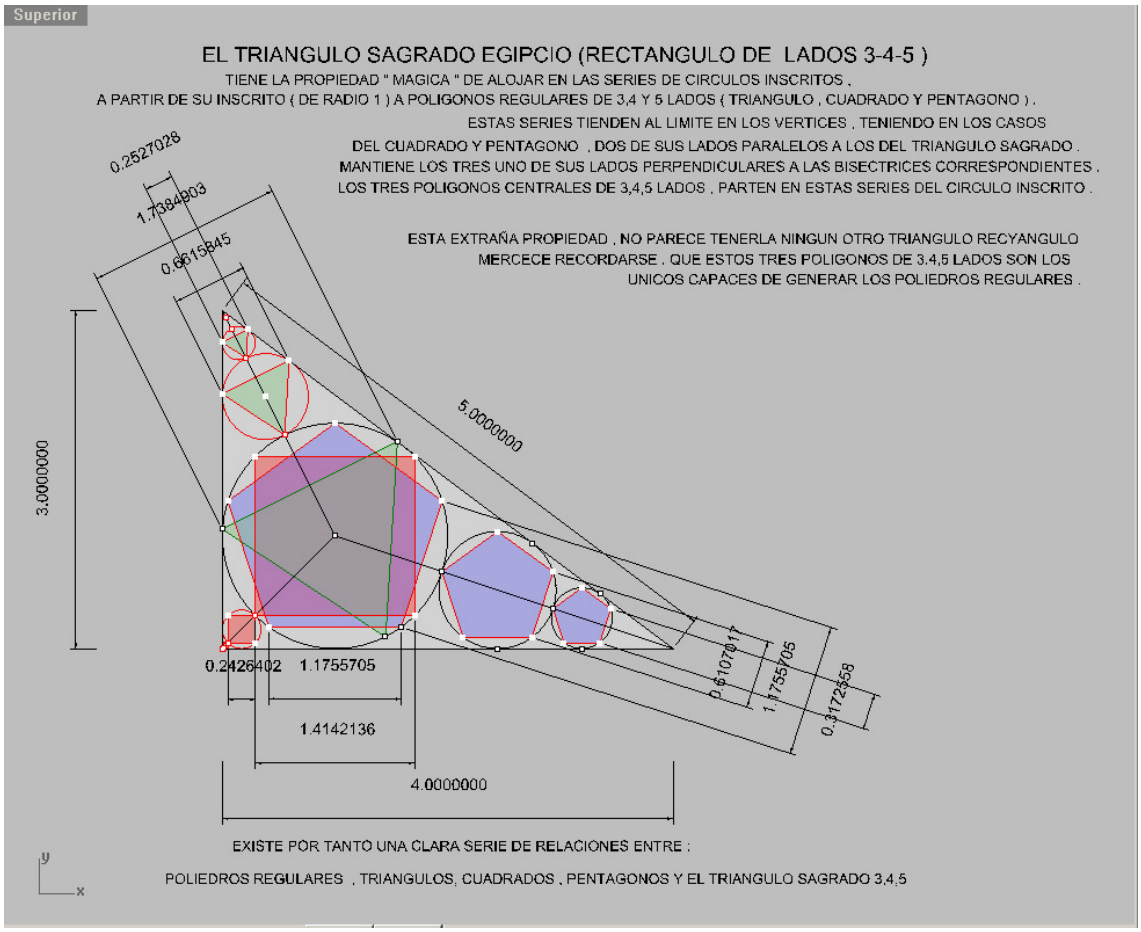
.

El triangulo sagrado Egipcio :

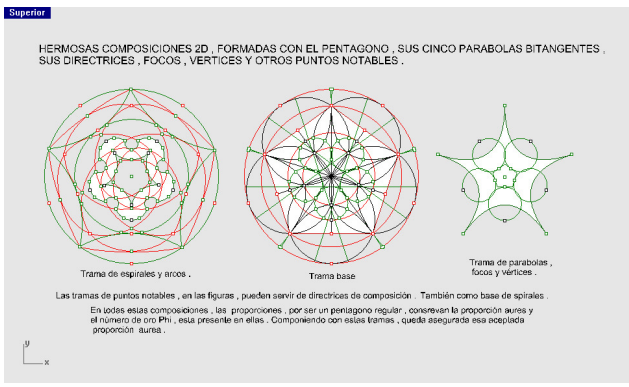
Es en realidad el anteriormente denominado 345 . Como anteriormente hemos indicado , en agrimensiones fue y es utilizado en todo el mundo . Permite definir un angulo recto con una cuerda de 12 unidades de longitud (3-4-5 rectángulo el ángulo entre catetos 3 y 4) . Los Ehçgipcios no utilizaban los decimales , pero si los quebrados . Así 1/3 era para ellos perfectamente claro y sin embargo 0.3333... no lo era , sino aproximado siempre .

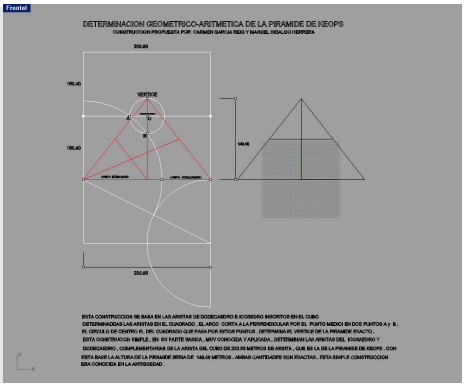
Este triangulo , del que ya hemos visto bastantes singularidades , goza de otras (infinitas) más . En la lámina siguiente , se reflejan algunas , curiosas que dotaron de “ sagrado “ a este triangulo . La circunferencia inscrita tiene de radio 1 (unitario) , por lo que su are es PI y su longitud de arco 2PI . Si continuamos inscribiendo circulo tritangentes en cada dirección de vértice , desde el centro de la circunferencia (1,1) , los radios de estas siguen una serie áurea , donde la razón e PHI (y es Fibonnaci) . Si inscribimos en cada circulo un pentágono regular (ó polígono regular cualquiera) esta propiedad subsiste . No es de extrañar que esto se considerara por los Egipcios , como un sistma gráfico de medidas y asignarle poderes casi mágicos .

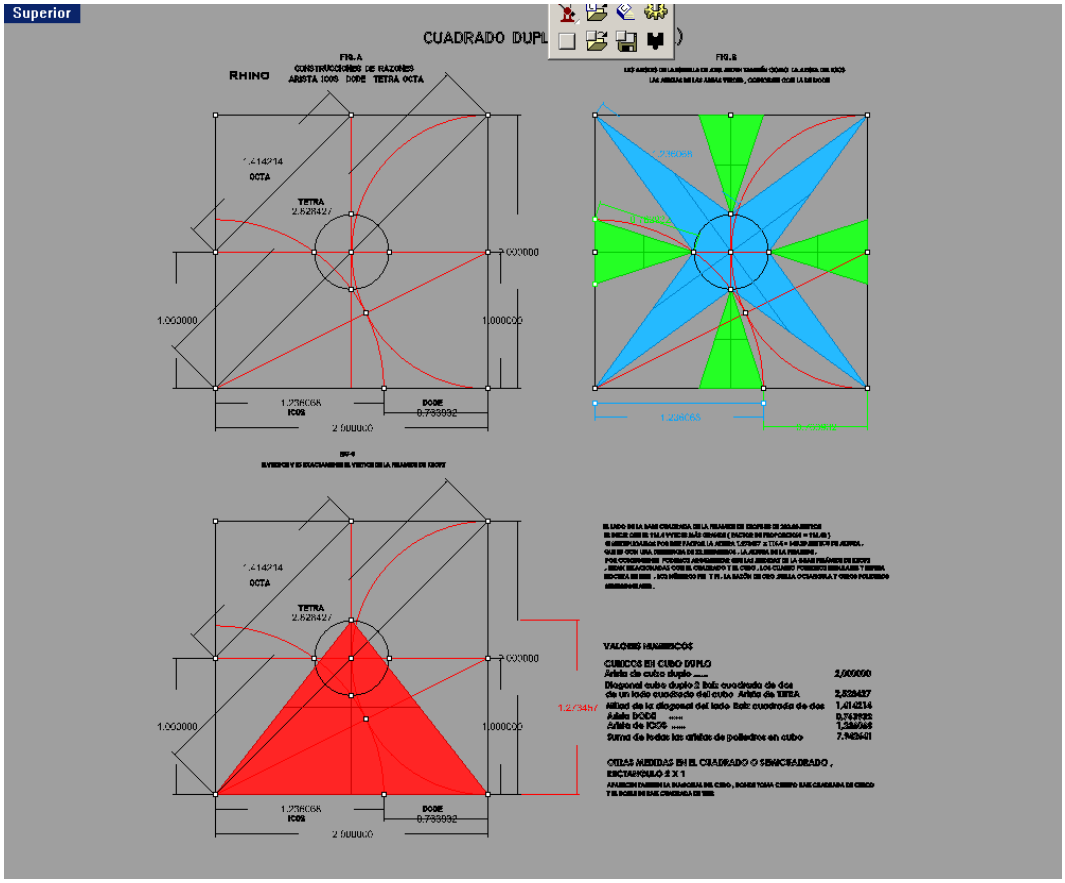
PROPUESTAS DE ANÁLISIS Y EJERCICIOS :



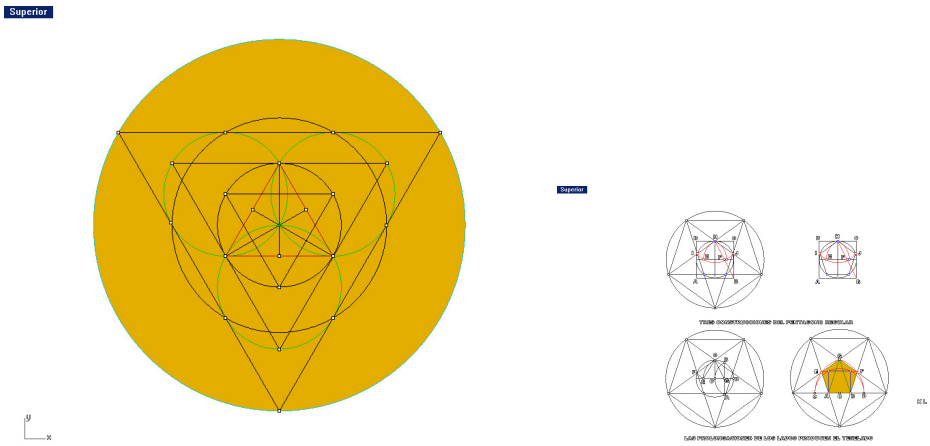
Como posteriormente veremos , estas relaciones y propiedades fueron tenidas en cuenta en casi todas las construcciones egipcias , en particularidad en las pirámides .

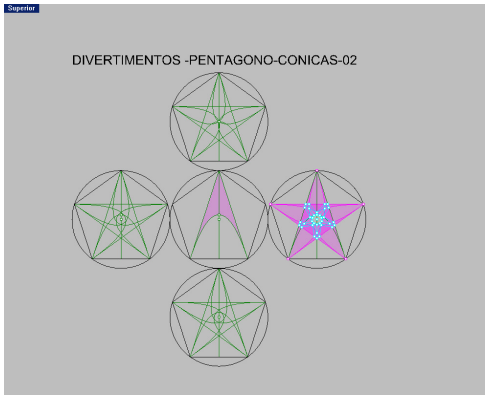




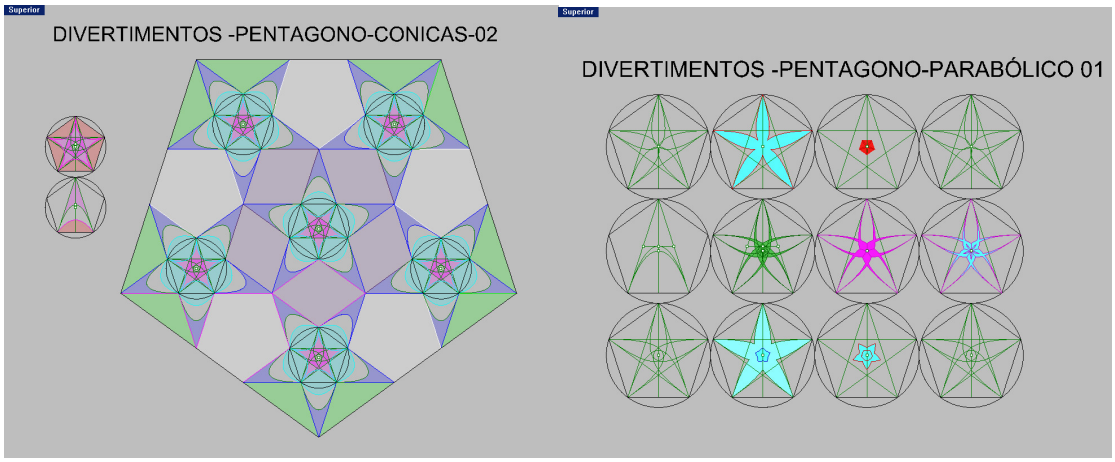


En todas estas culturas , la utilización y aplicaciones de composiciones poligonales , ha sido constante . Los rosetones góticos , los dibujos y arabescos , motivos de decoración 2D y 3D . han sido siempre base de sus composiciones .

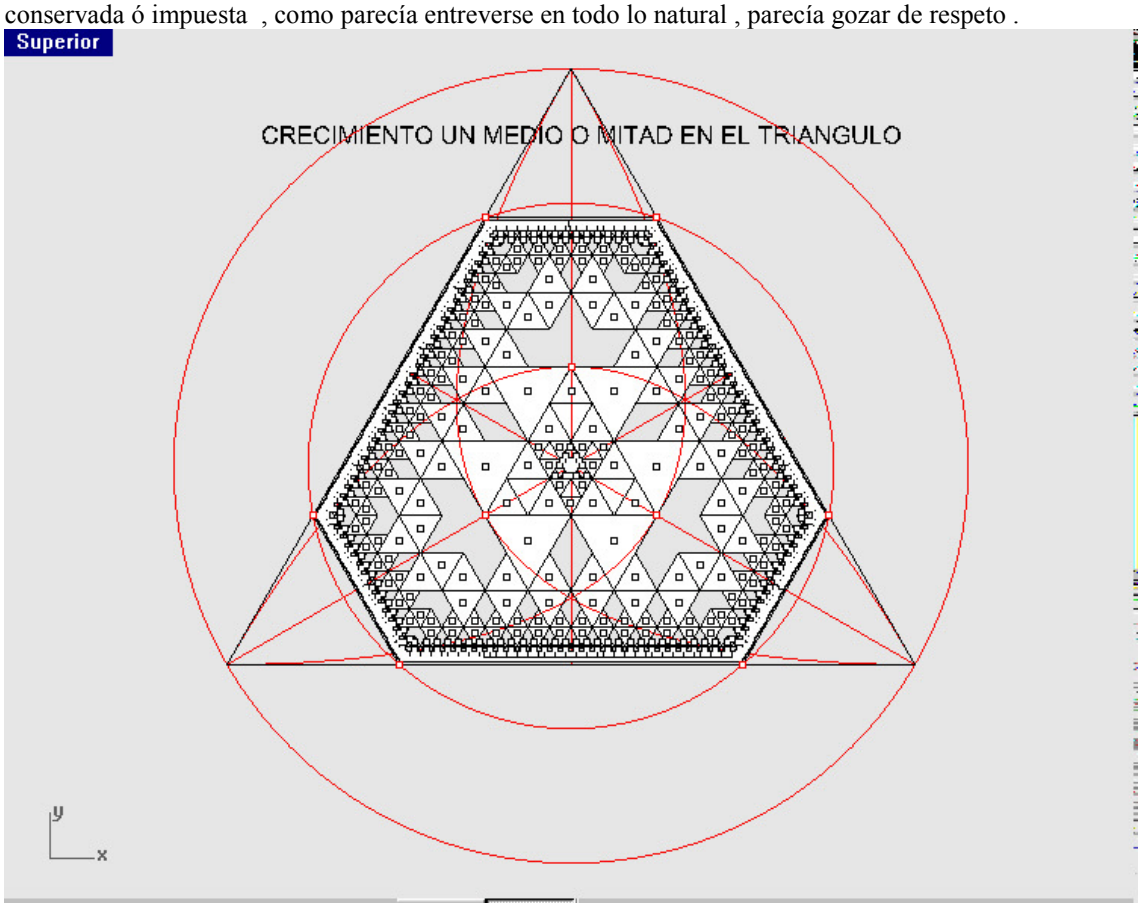




El diseño geométrico , era base en determinadas fases , desde el inicio de los tiempos y que el hombre comenzó a dibujar . Estas geometrías (observadas a menudo en su cuerpo y en lo que les rodeaba) caracterizaba los primeros momentos de este quehacer , después se desarrollaba y finalmente languidecía dando entrada a otros nuevos estilos , que también se iniciaban en estos primeros pasos geométricos .



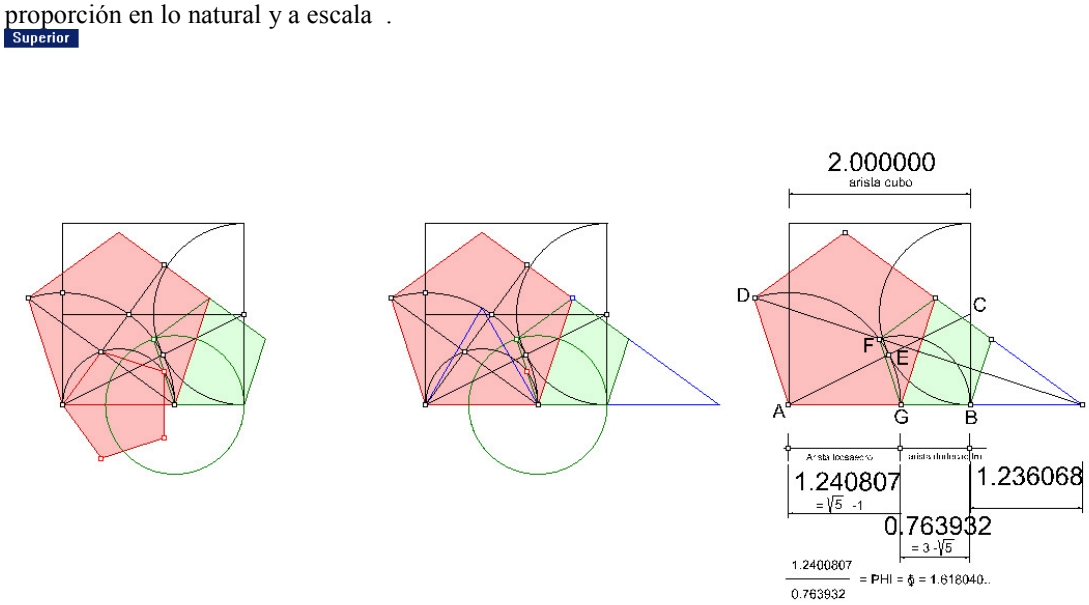
En geometrías de crecimientos y adosamientos ,se encontraban a menudo (si no siempre) bases para la " creación " ó imaginación de elementos de diseño . La ley de la mitad ó el doble , imperaba en ciertos momentos . Igualmente la suma de dos terminos anteriores (Fibonnacci ó aureas) . La proporción conservada ó impuesta , como parecía entreverse en todo lo natural , parecía gozar de respeto .



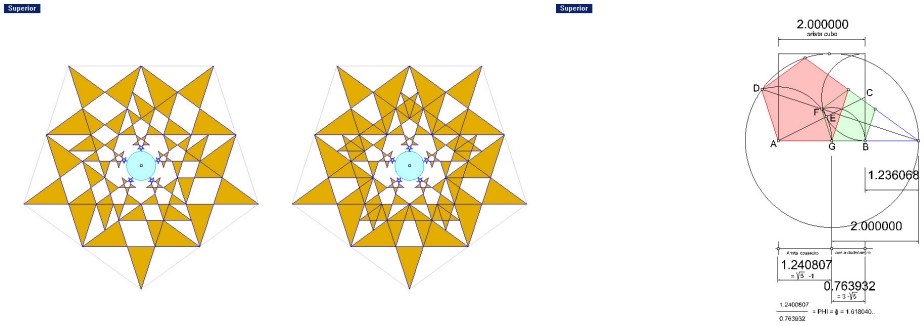
Los crecimientos eran a más ó a menos , pero parecían juntarse al final ó al principio y etsos conceptos de siempre , parecían insalvables , con su carga tradicional , simbólica ó transcendental .

Los crecimientos en PHI , de polígonos regulares , poliedros ó elementos y su adosamiento , conllevaron a los crecimientos en espiral , (que luego trataremos).
En estos crecimientos , positivos ó negativos , aparecían factores de relación entre polígonos y formas , al parecer sin conexión . Entre los polígonos regulares , aparecían con distintos caracteres los de número par , que los de número impar y entre ellos destacaban el más simple , **el triangulo y el pentágono . Más básico el cuadrado y desconectado el hexágono , realmente 6 triangulos .**

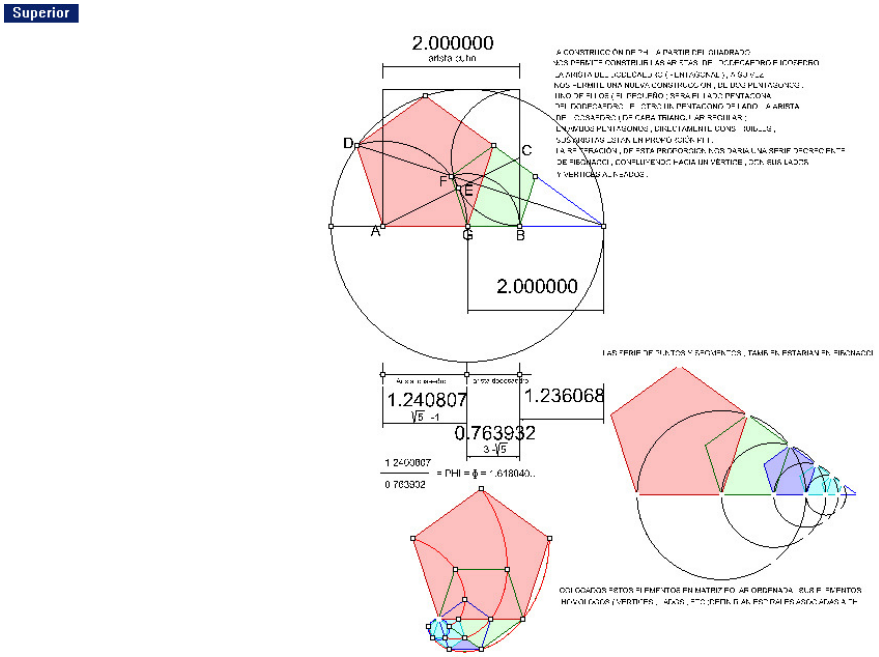
Veremos más tarde que daban origen a distintos crecimientos en espiral , que aparecían en distinta proporción en lo natural y a escala .



Junto a los poliedros regulares ,les fue asignada ancestralmente y en todos los lugares por separado , aunque en los mismos tiempos (aunque separados por grandes distancias) , una relación con lo natural . Sobre todo con los elementos FUEGO , AIRE , AGUA , TIERRA Y CIELO . Lo religioso , dándose cuenta de su importancia , lo asumió como suyo . Lo científico , lo tomó como base de su investigación y su asepsia . El arte , el gran aprovechado de todo , no quiso perdérselo . aunque parecía no aceptarlo . La gran mentira . **Ciencia , Arte y religión , he aquí el problema . Por separado y marginadamente , solo servía para " marginar " , por parejas , para acercarse y pocas veces para sopesada y controladamente darle la razón a la naturaleza .**



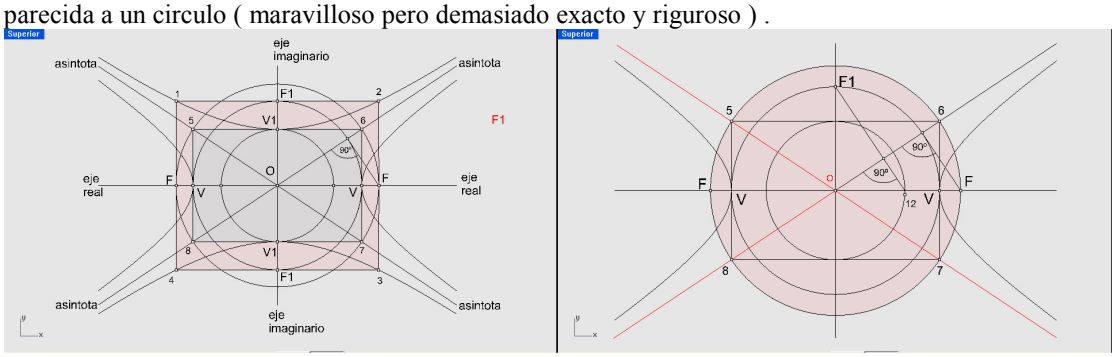
Hasta



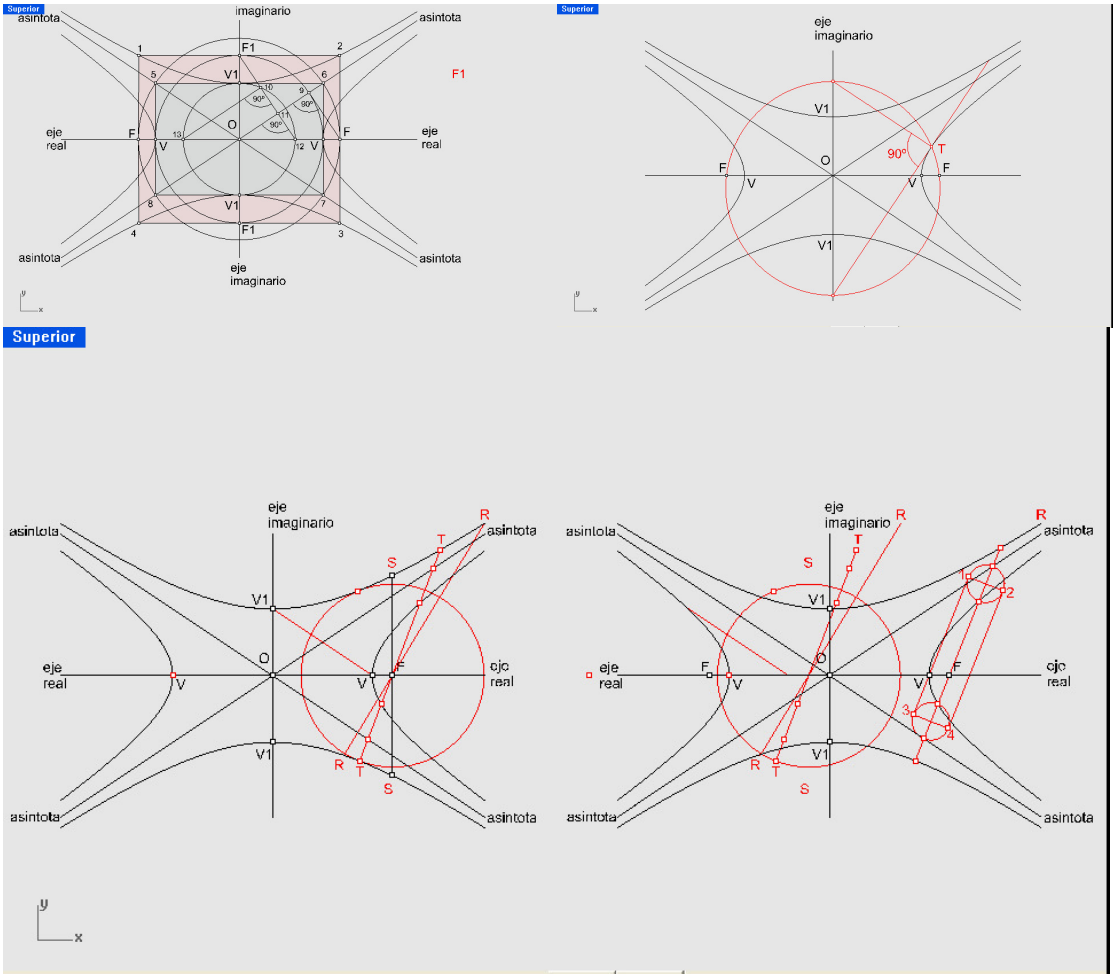
Hasta este momento las lineas rectas y segmentos , mandaban , por su aparente dominio y sencillez. Con ello sería suficiente . La mano al dibujarlas n las inseguritaba . Aparecieron las curvas , que parecían estar en todo .**Las rectas eran solo de cierta parte de los hombres . Pero las curvas parecían estar en todo loo visto y observable . Las primeras líneas , debieron ser las comodas rectas . Las primeras curvas , las de mano alzada (libres como el viento y los pájaros) y muy personalizables . Aquel que las dominaba y dibujaba bien , tenía su poder y origen .**

Posteriormente el conocimiento de las **Conicas , elipses , parábolas e hipérbolas ,** enriqueció las bases de diseño geométrico . El intento de " dibujar " estas curvas fuera de la cuerda , el compás ... y otros medios auxiliares , pudo obligar a la " mano alzada " y las deformaciones propias ó el capricho , trajeron otras curva **" aparentemente libres y caprichosas " pero que en realidad nunca lo fueron , salvo para el engreimiento del " autor " .**
Por otra parte los científicos , humildemente , se encargaron de su análisis y estudios . Los pseudo – artistas , no los aceptaron nunca como naturales y si con sus musas .

Las diferencias sirvieron para separar a artistas y científicos y a la religión , **para librarse de ambos por condenación . Nadie les podía discutir nada , ni arstisticamente , ni científicamente . El que no , a la hoguera y a condernarse para siempre . Uno menos , gracias a Dios .**
La maravillosa belleza de las hipérbolas y parábolas , hacían por despegarse de la elipse (demasiado parecida a un circulo (maravilloso pero demasiado exacto y riguroso) .

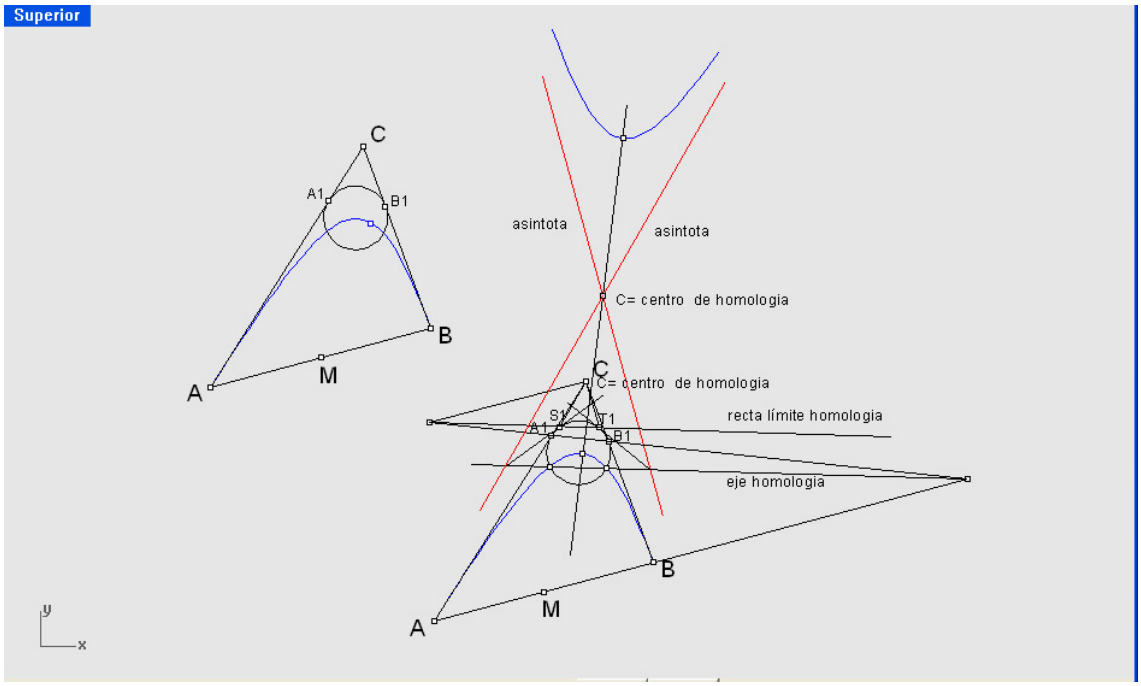


Además parecía mucho más rica la hipérbola que la parábola y estas a su vez más que la elipse y el circulo . A pesar de esto , era el circulo el más utilizado (una mitad ó arco , resolvia muchas cosas y daba prestigio y conocer) .**La herramienta tenía por tanto un gran valor . Gracias a un jardinero , la elipse se comenzó a emplear . Jardinero , venía de jardín , naturaleza domesticada , pero naturaleza al fín .**

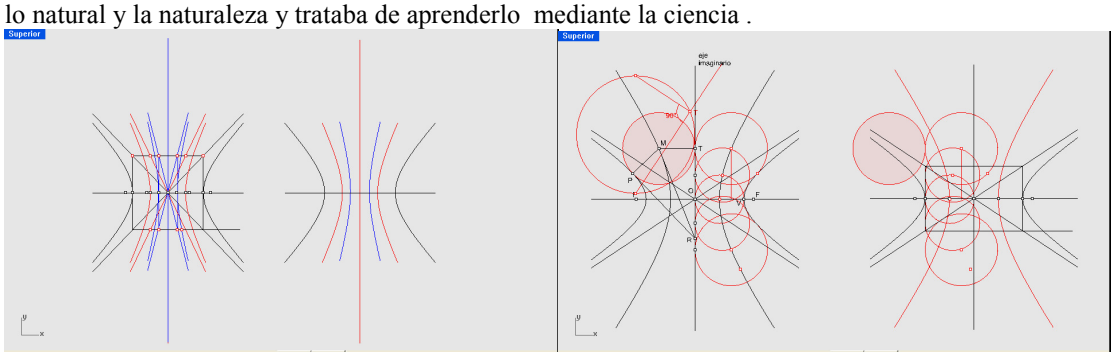


Era realmente áspero aceptar que no creaban sino reflejaban algo y se crearon sus mundos , que en la realidad poética y filosófica , eran los mismos . La ciencia y el arte eran dos aspectos de lo mismo . Dios era otra cosa , pero existieron algunos , que también los asimilaron . Generalmente fuero quemado ó lapidados .

Esta realidad y reflejo de lo natural , fue apareciendo , a medida que el creador absorvía
l



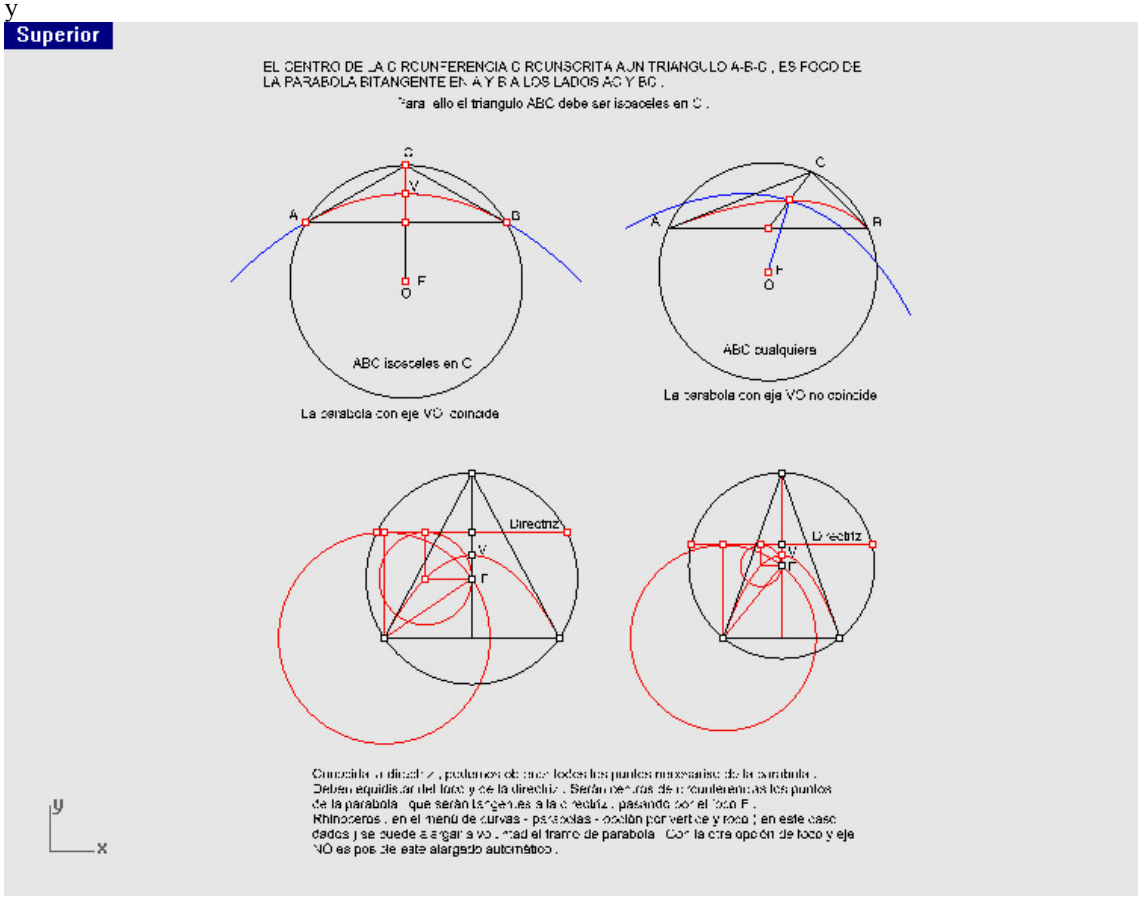
lo natural y la naturaleza y trataba de aprenderlo mediante la ciencia .



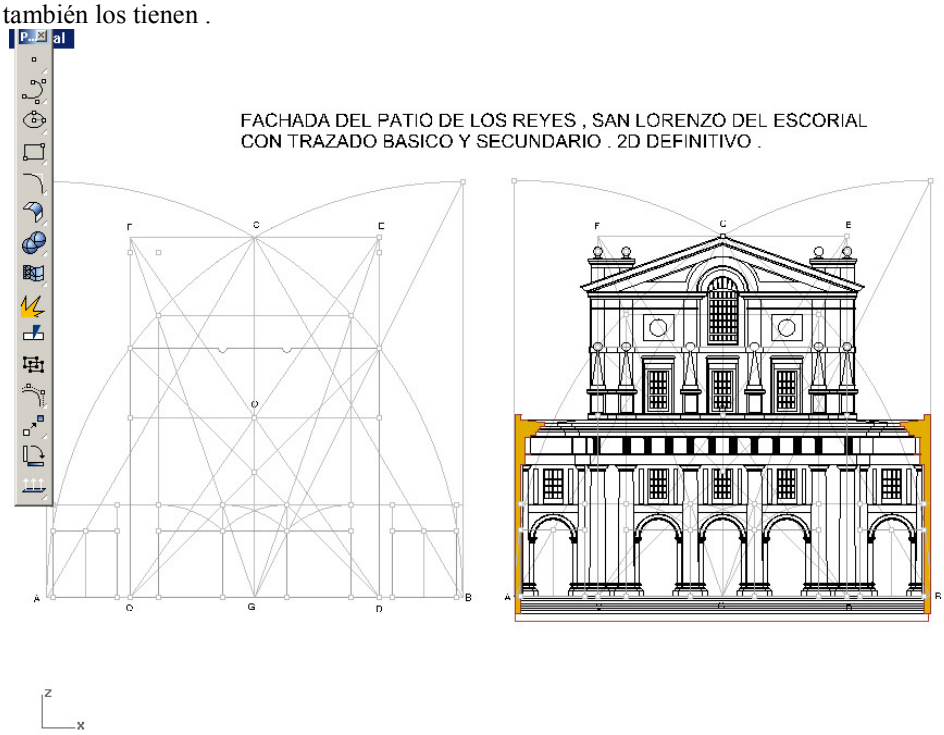
Un gran ejemplo , bastante posterior y a pocos años de nuestro momento , fue el genial Arquitecto Antonio Gaudí . Naturalmente , antes nos lo habían dicho en el Románico , Gótico y Renacimiento , nombres como Leonardo , Miguel Angel , etc , pero prefiero indicar a Gaudí , como más nuestro , original Y humilde esplendoroso genio diseñador .

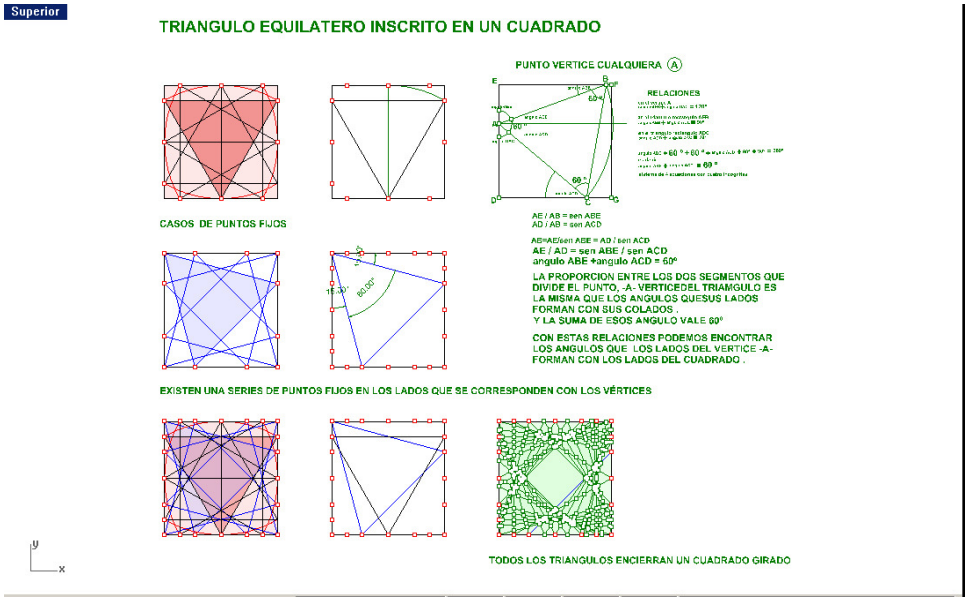
Han ido trabajando en estos temas de relación de elementos geométricos , con la idea de remontarse a la conjunción total , infinidad de personas . Destacamos algunos de sus trabajos , que a menudo pueden parecer elementales , pero son tan elementales y verdaderos como la poesía natural .

y

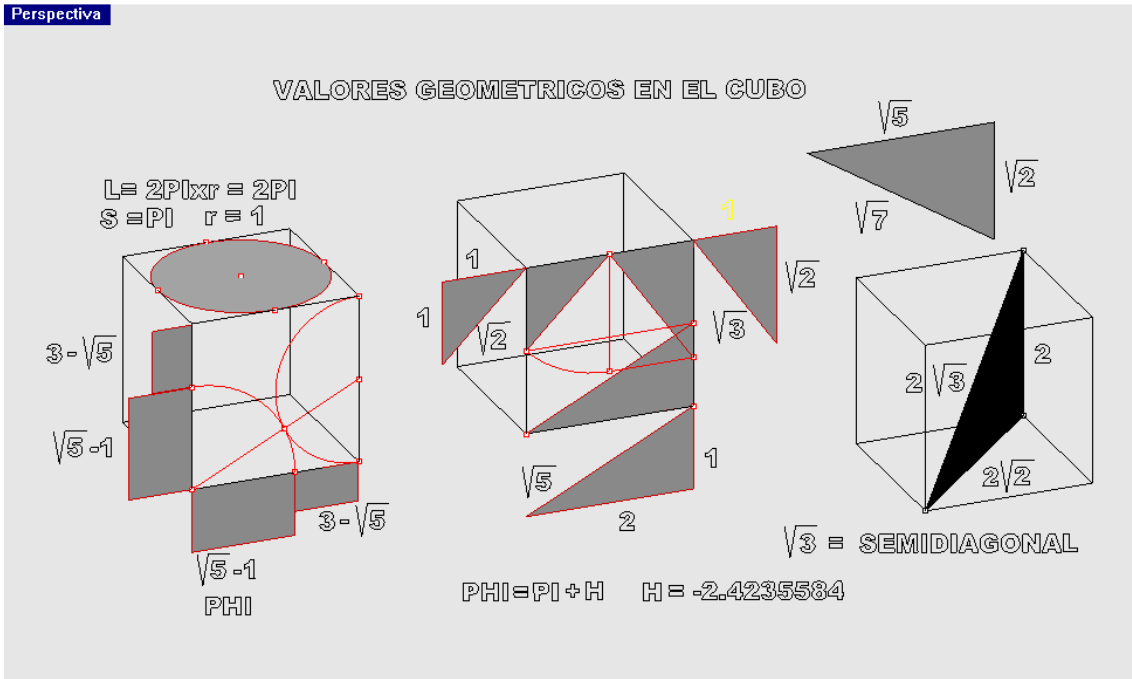


En la Arquitectura , a caballo de las tres , con componentes independientemente valorables , para cada caso y creador , parece tomar arte y parte en las tres . En ciertos momentos más que en otros . Un puente , un palacio vivienda y una iglesia ó catedral , claramente lo denotan . Estos han sido capaces de separar estilos y maneras de diseñar . Siempre serán un recurso , para el que no llega a más . Incluso algunas arquitecturas parecen tener sus propios estilos geométricos , al igual que ciertas formas de edificar , también los tienen .





De cualquier manera los sistemas de medidas , seguirán existiendo . Unos valorarán el número. Otros las proporciones . Otros las estructuras entre estos y su coherencia .



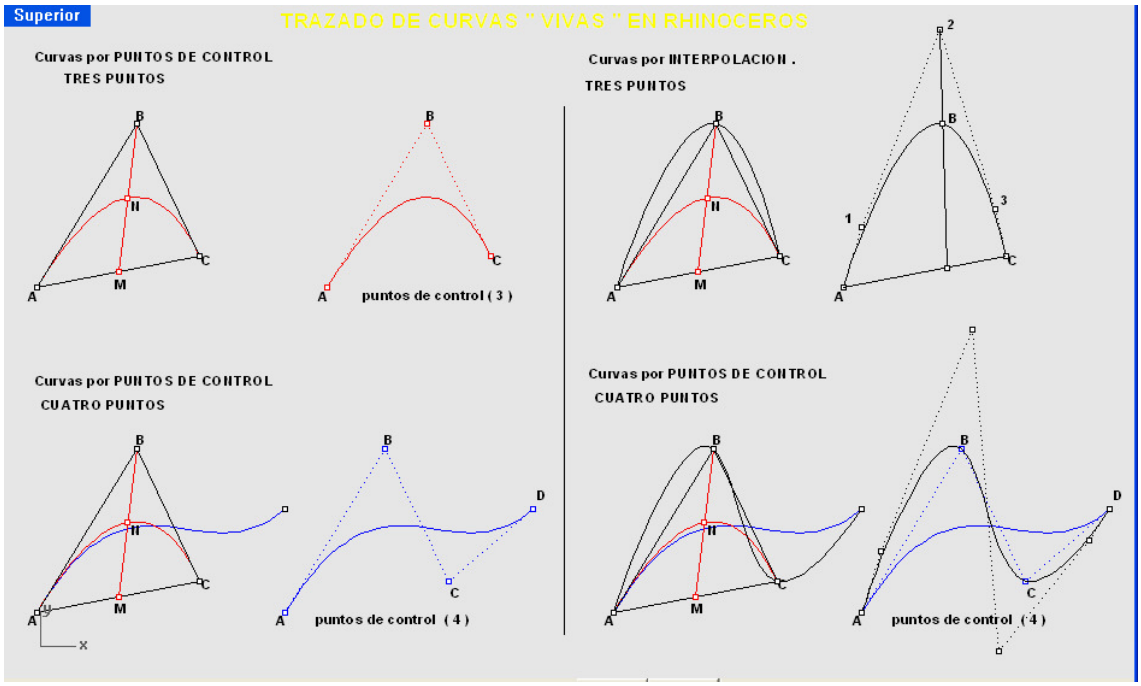
De cualquier forma allí siguen y allí estarán .

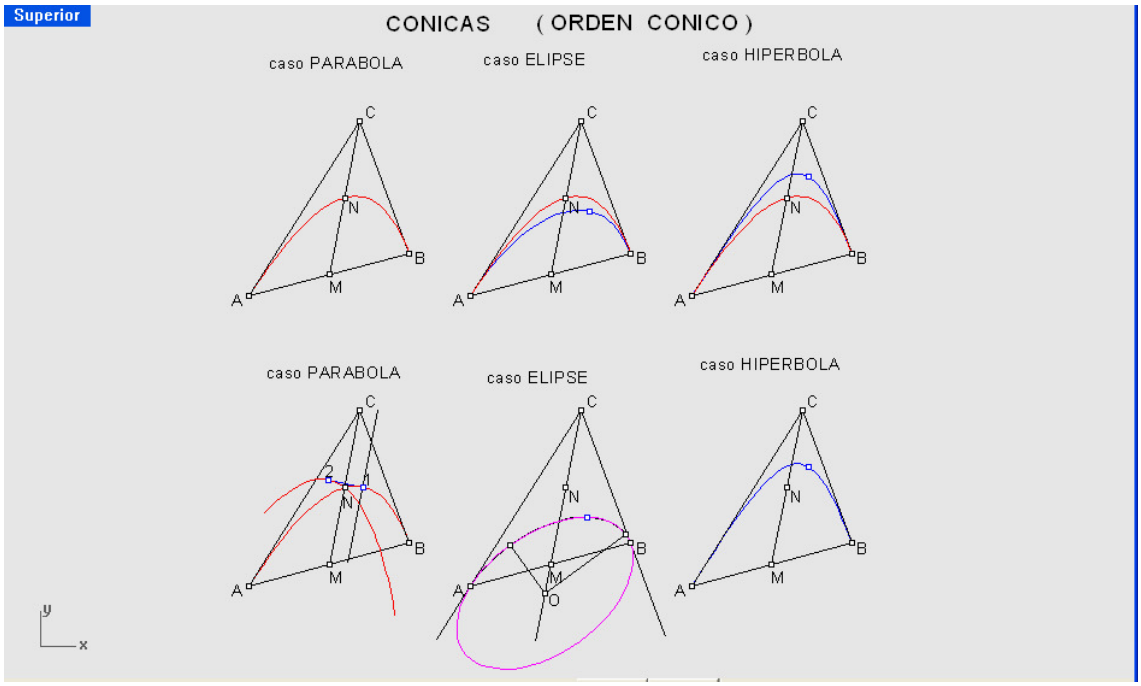
Particularmente , al igual que Gaudí , creo que todo es lo mismo y está en todo .

La herramienta . con la que se trabaje , deberá conocerse y controlarse . Es más debe ser habituada y la base será siempre la misma , aunque a veces con distinto traje .

Si la herramienta no cae en el olvido , por lo incómoda , debe adecuarse en cada caso y persona en cada momento . En estos momentos la “ necesidad de dibujar “ puede no ser obstáculo . Pero la facilidad al dibujo y su utilización , puede seguir siendo un indicador de aptitudes y actitudes .

Pero la formación geométrica , a la vista de este nuevo medio herramental , puede convertirla en un maravilloso instrumento de aprender , de crear y de enseñar ó comunicar .

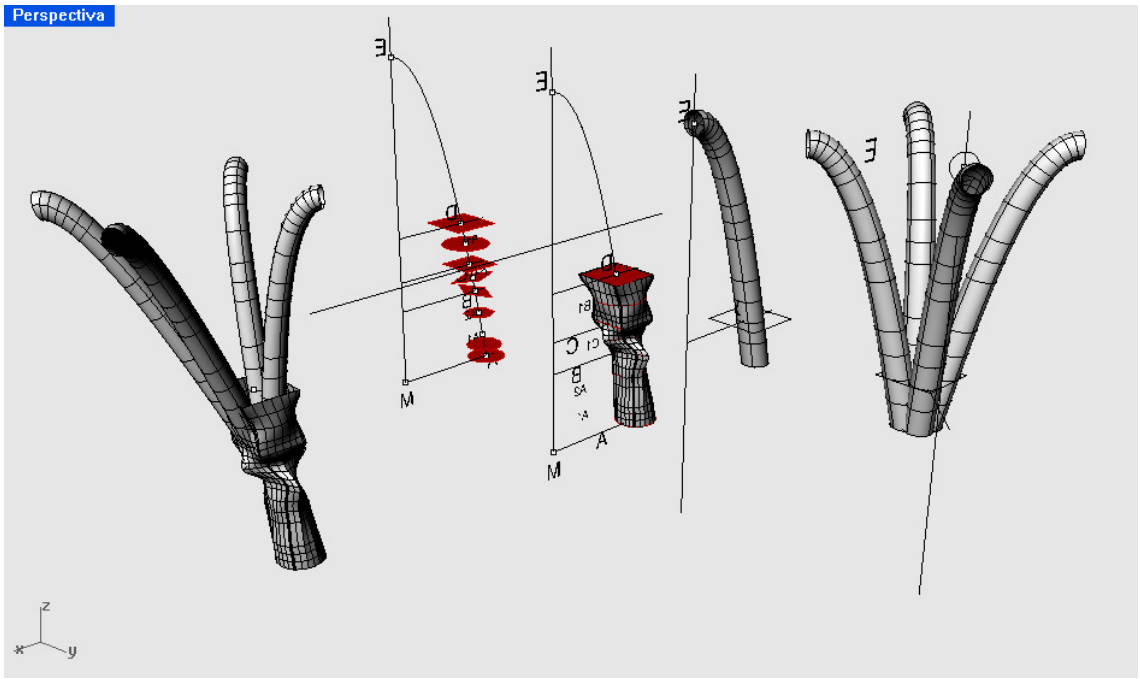




Sus líneas vivas , naturales ó en la naturaleza , fueron siempre observadas con respeto en sus visitas a la naturaleza , sus formas , sus crecimientos , sus colores y materialización , sus luces y sombras , sus efectos visuales y sobre todo SUS GEOMETRÍAS .

Sus estudios obligados de geometrías , fueron minuciosamente comprobados en lo que le rodeaba y coherentizados con sus estudios de Ciencias de lo natural y mecánica . No fueron demasiado dibujados , pero en su lugar se ejercitó en la construcción de maquetas orgánicamente dispuestas . Pero siempre estaban sus geometrías , que lo envolvían todo y parecían cristalizarse en formas 3D . Para ser posible su realización , deberían ser Euclídeas y tridimensionalmente válidas , para luego resplandecer con todas sus mágias .**Pero también esas mágias tenían sus geometrías .**

Espacio formas Gaudinianas : Soportes de sección variable y estructuras“arboles “



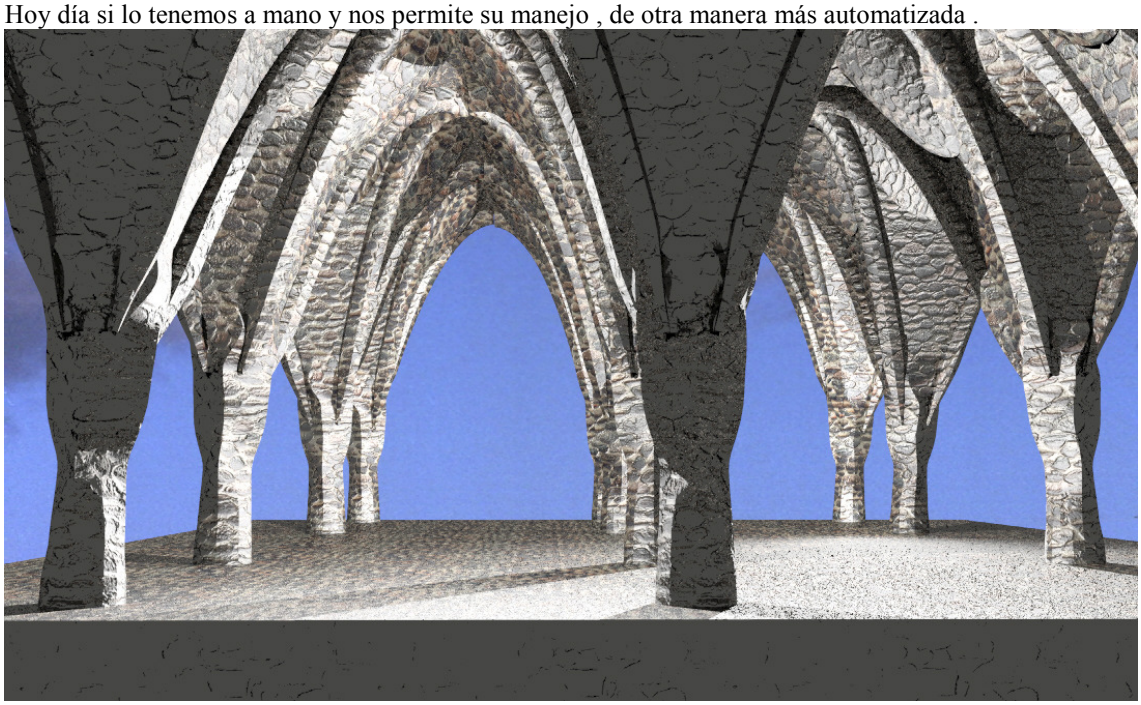
Estos complejos productos , son simples traduciones ó reflejos de lo natural a su dimensión posible en lo material .

Estas formas son cristalizaciones materializadas de la poesía de lo natural .

Cuando el observaba sus líneas en maquetas vivas , posiblemente la mano tratara de dibujarlas y , se crearon su “ líneas vivas “ en todo .

El no conocía el ordenador , pero si tenía un ordenador en su cabeza (y que ordenador) .

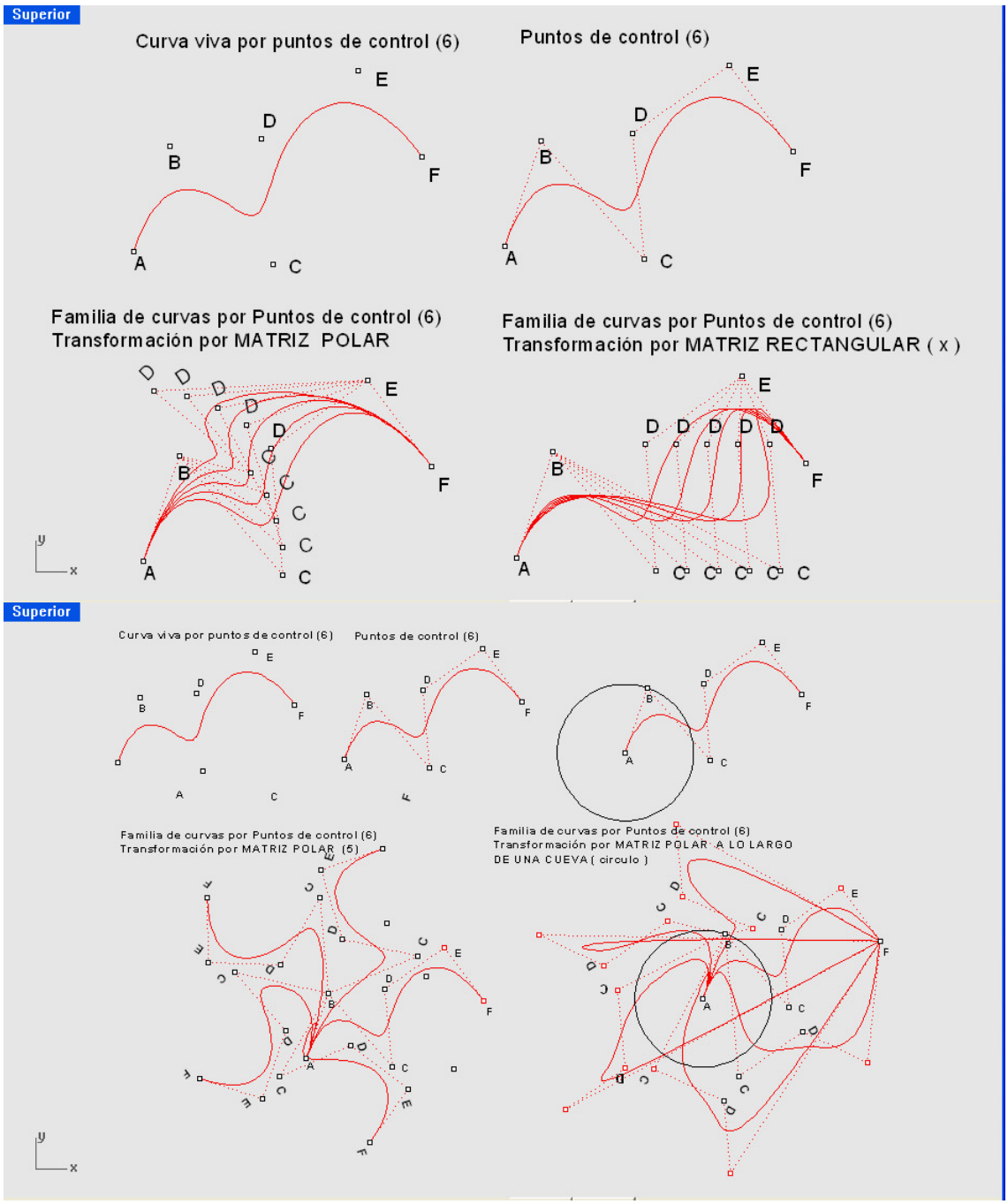
Hoy día si lo tenemos a mano y nos permite su manejo , de otra manera más automatizada .



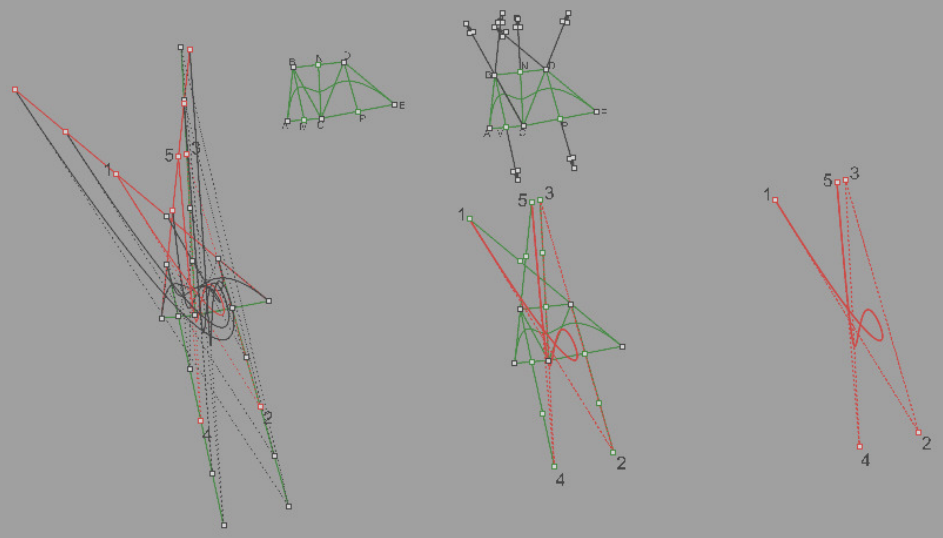
En estos momentos con la herramienta informática , todas esas curvas y su familias . son automáticamente generadas . Como repetidamente hemos indicado , sus puntos de control , edición ó

interpolación , permiten sus trazados cómodos y creación de familias variadas . Su manejo , deformación y transformaciones , son perfecta y fácilmente ejecutables , y almacenadas para su “ reentre “ .

La mano es cambiada por el trazador automático . La mente debe adecuarse y manejarla .



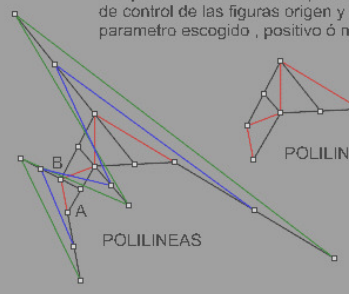
Las mas impensables operaciones de transformación 1D , 2D ó 3D , se juntan a las ya conocidad

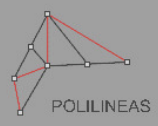


Las lineas en que se desplazan los puntos de control de curvas , son rectas y los parametros se multiplican de acuerdo con el parametro . Si la curva tiene más de cuatro puntos de control (en nuestro caso 5) A,B,C,D,E , estas lineas de desplazamiento rectas se definen por medio de las mediatrices de los triangulos sucesivos formados con los cinco puntos . Llevando los modulos repetidos en función del parametro , tendremos los puntos de control de la curva deformada , que podrá ser trazada ó dibujada .

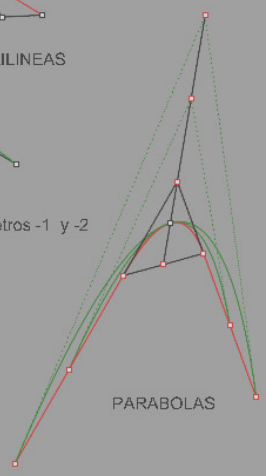
SUAVIZADO DE POLILINEAS Y PARABOLAS

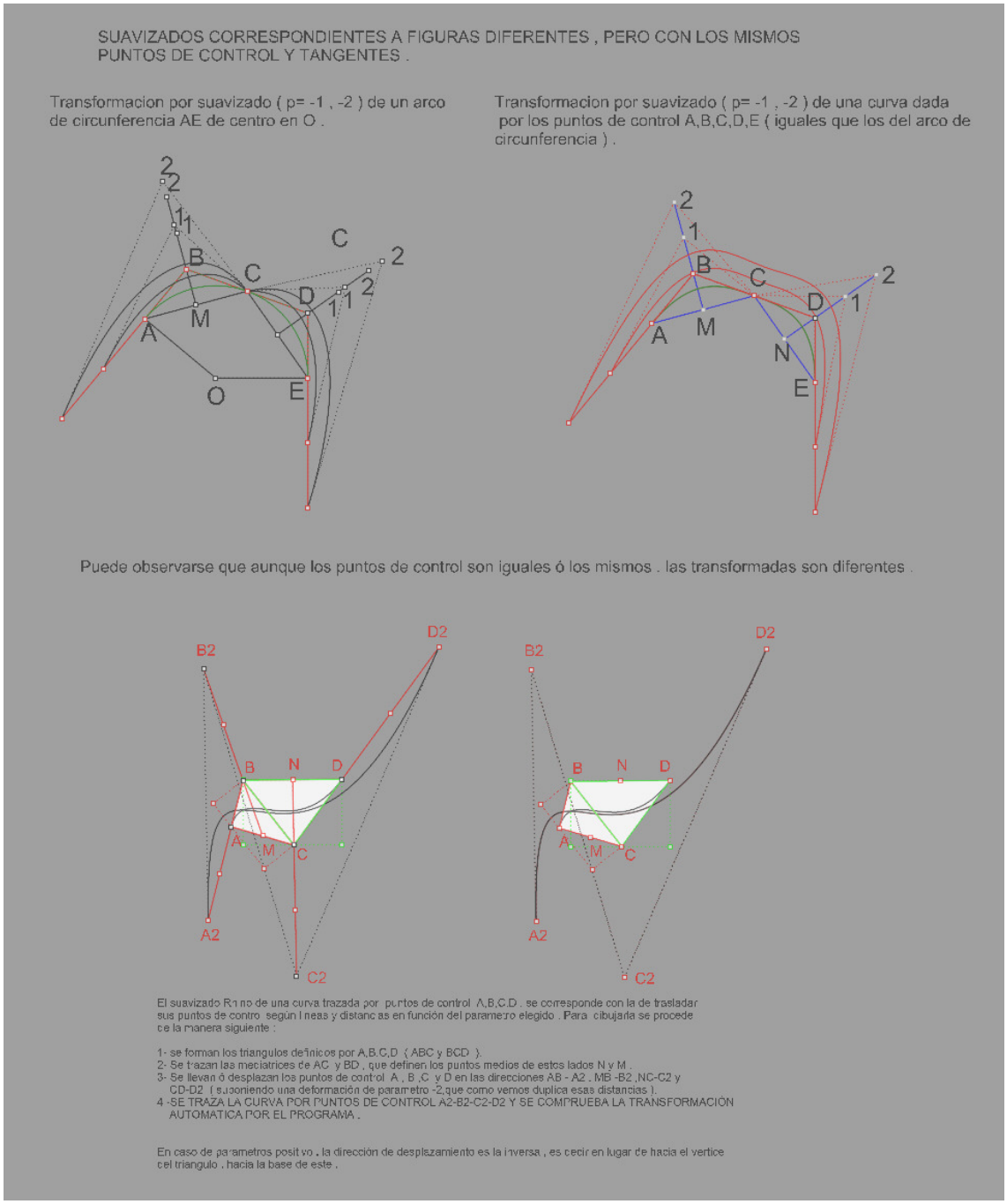
En el suavizado de polilineas y parabolas , ocurre igual que en el de curvas en general . Los puntos de ontrol se desplazan según lineas determinadas por los triangulos de puntos de control de las figuras origen y sus mediatrices . El desplazamiento es función directa del parametro escogido , positivo ó negativo .





En ambos se utilizan los parametros -1 y -2





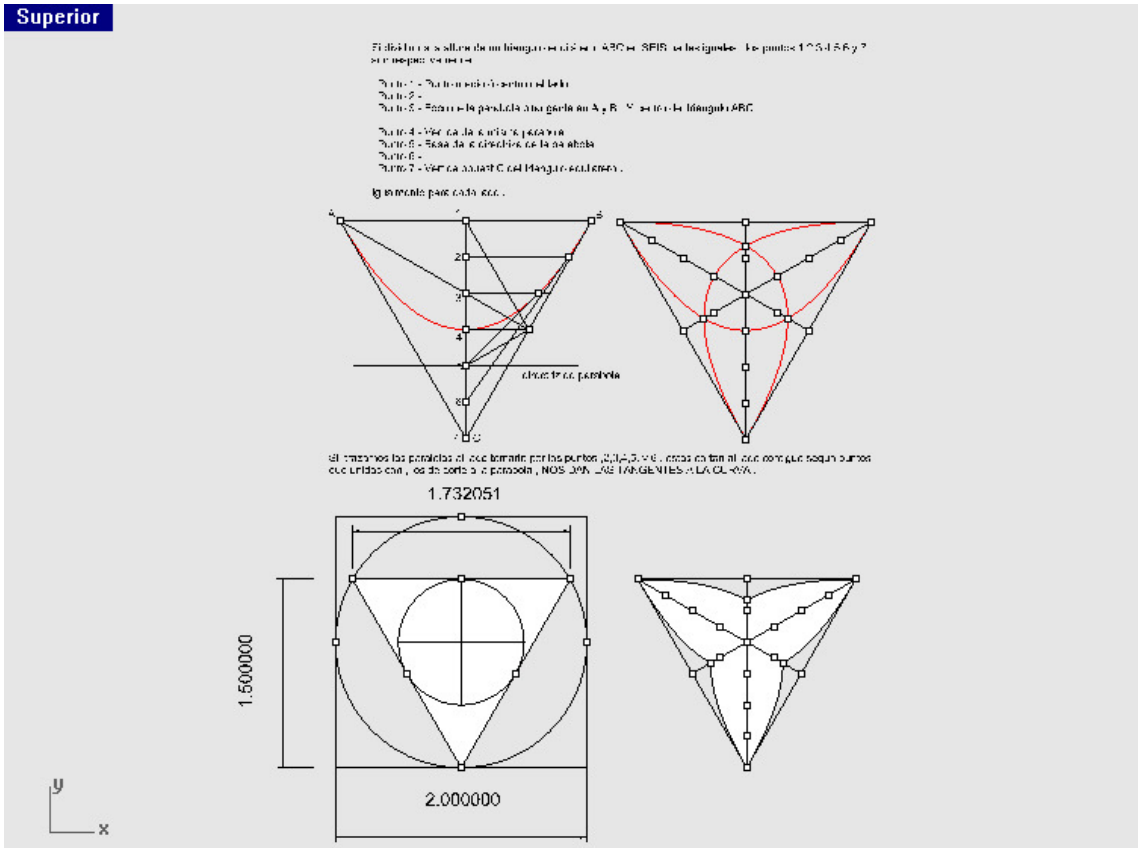
Al mismo tiempo , la herramienta permite revisar , conocimientos ancestrales ó mas recientes , abandonados por sus inconvenientes e incomodos trabajos de representación .

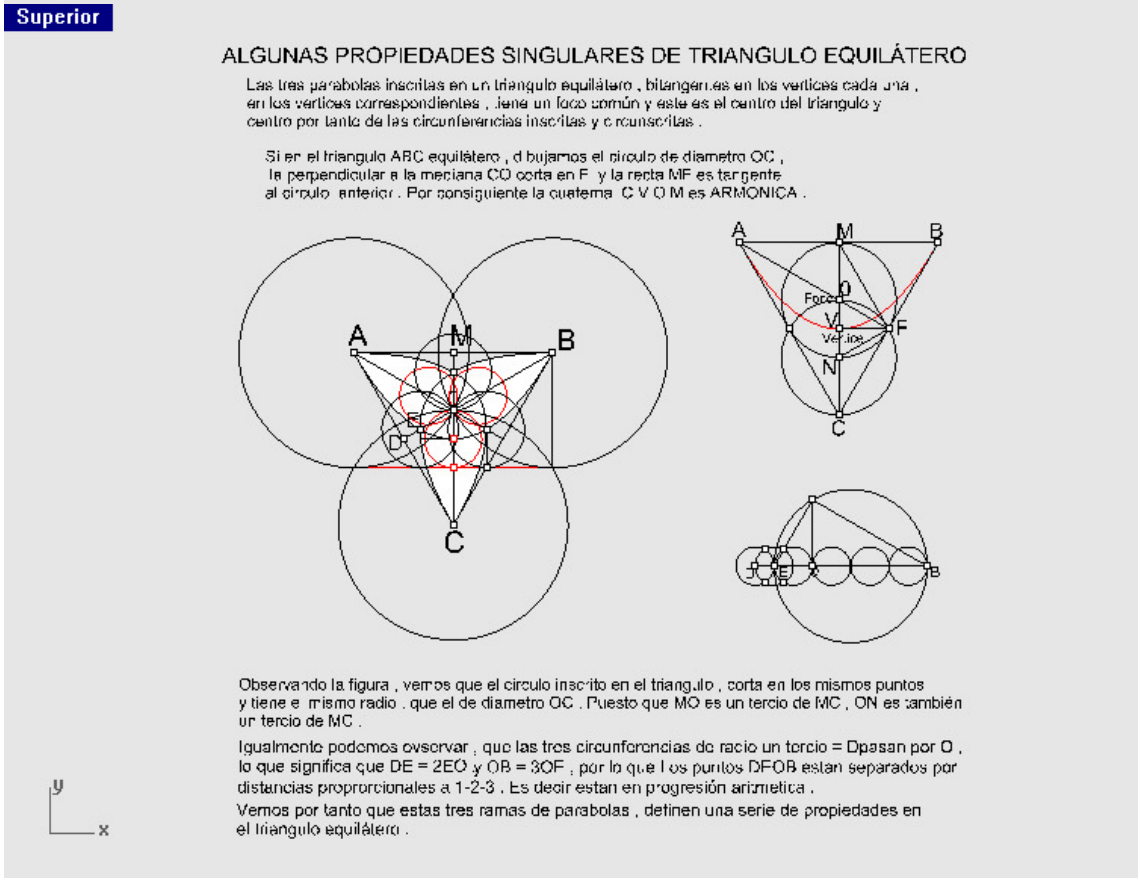
Surgen nuevos teoremas a diario , al menor intento de investigación . Propiedades nuevas y más interesantes . Revisiones de antiguos teoremas , para su generalización .. etc .

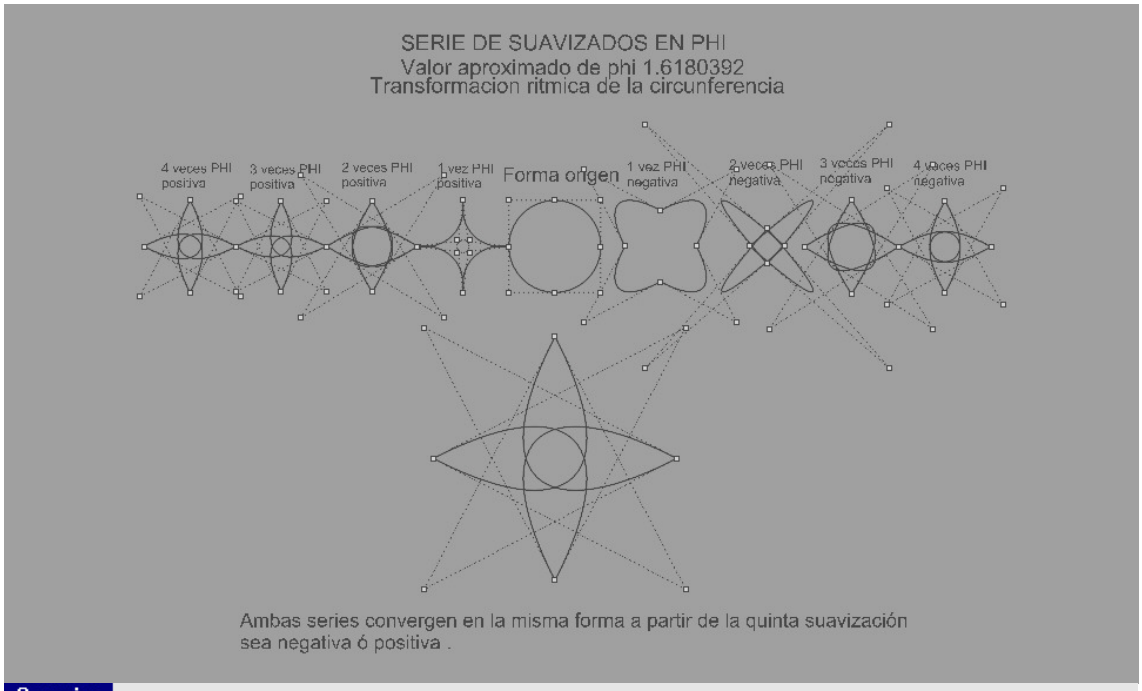
A continuación reflejamos algunos de ellos , para su ejemplarización . Rwsulta increíblemente fácil , ahondar en cualquier propiedad , ya conocida para asociarla a otras ó a otros muchos casos .

DE ALGUNA MANERA SE TOMA CONCIENCIA DE QUE EL TODO ES UN UNO Y QUE LO COMPLICADO , PASARÁ A SER COMPLEJO , PERO RELACIONADO . El mundo ó sitio geométrico lo invade todo y TODO SE RELACIONA ENTRE SI , FORMANDO LO PERFECTO .

Reentrada informática , en geometrías tradicionales (solo algunos ejemplos de casos)



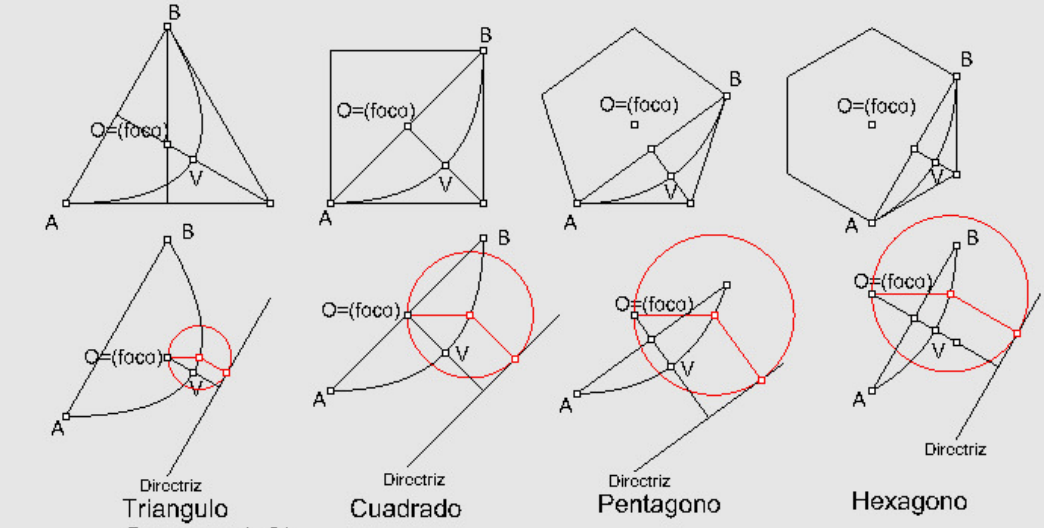




Superior

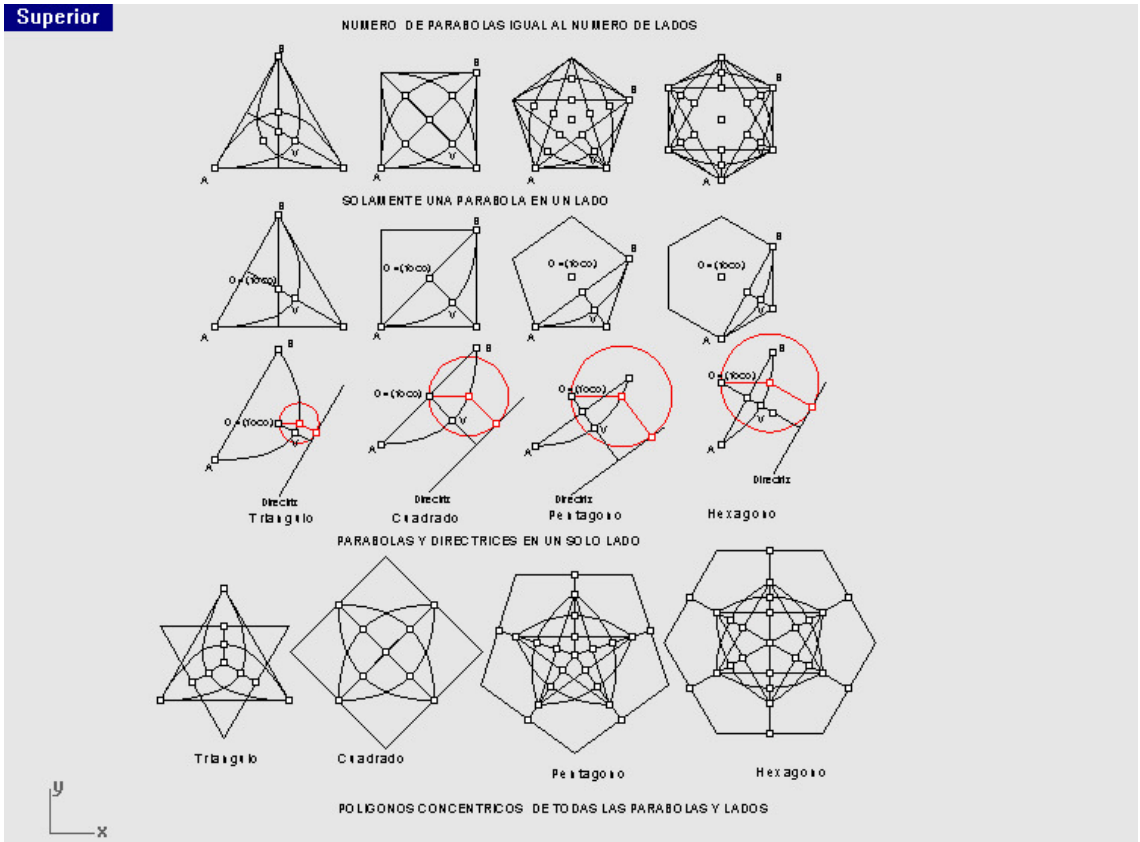
TEOREMA MAGORA-05

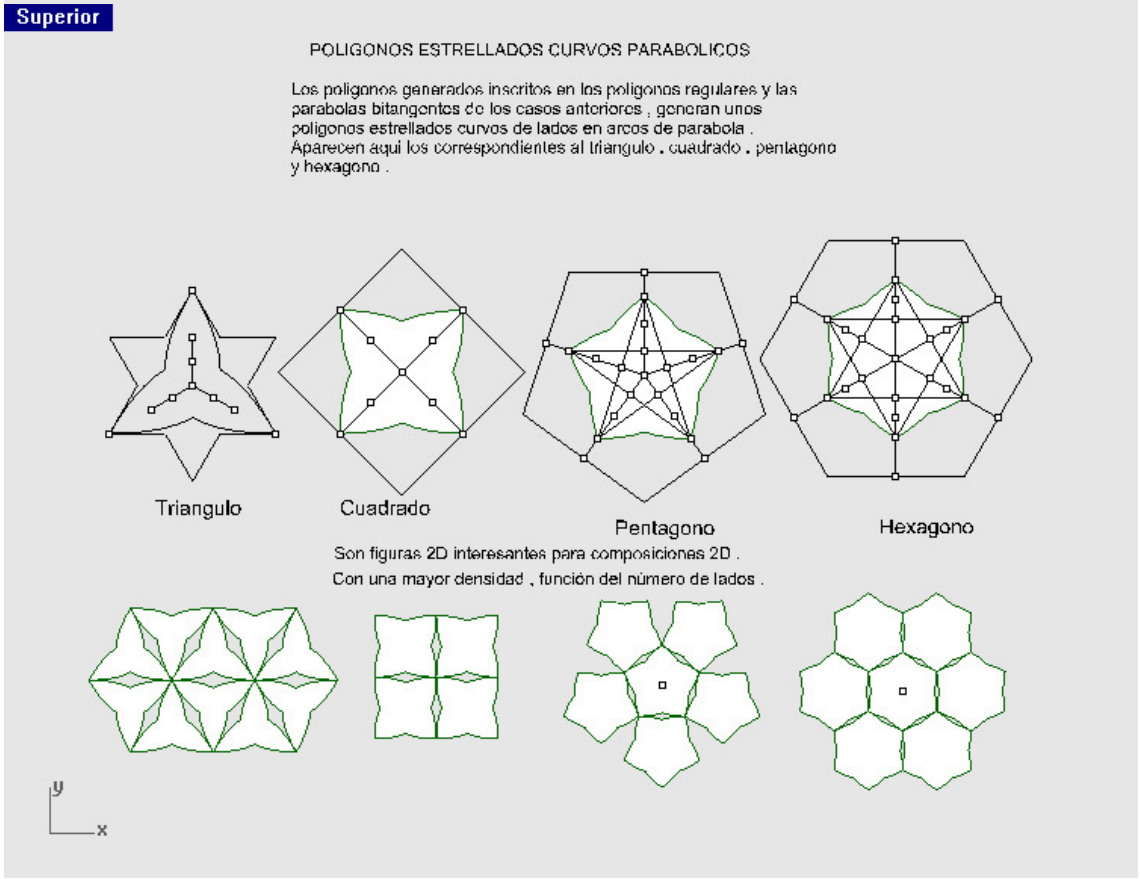
Una parabola bitangente en dos vertices alternados, de tres consecutivos , a los dos lados de un poligono regular, que contengan esos tres vértices , tiene su foco en el centro del poligono .

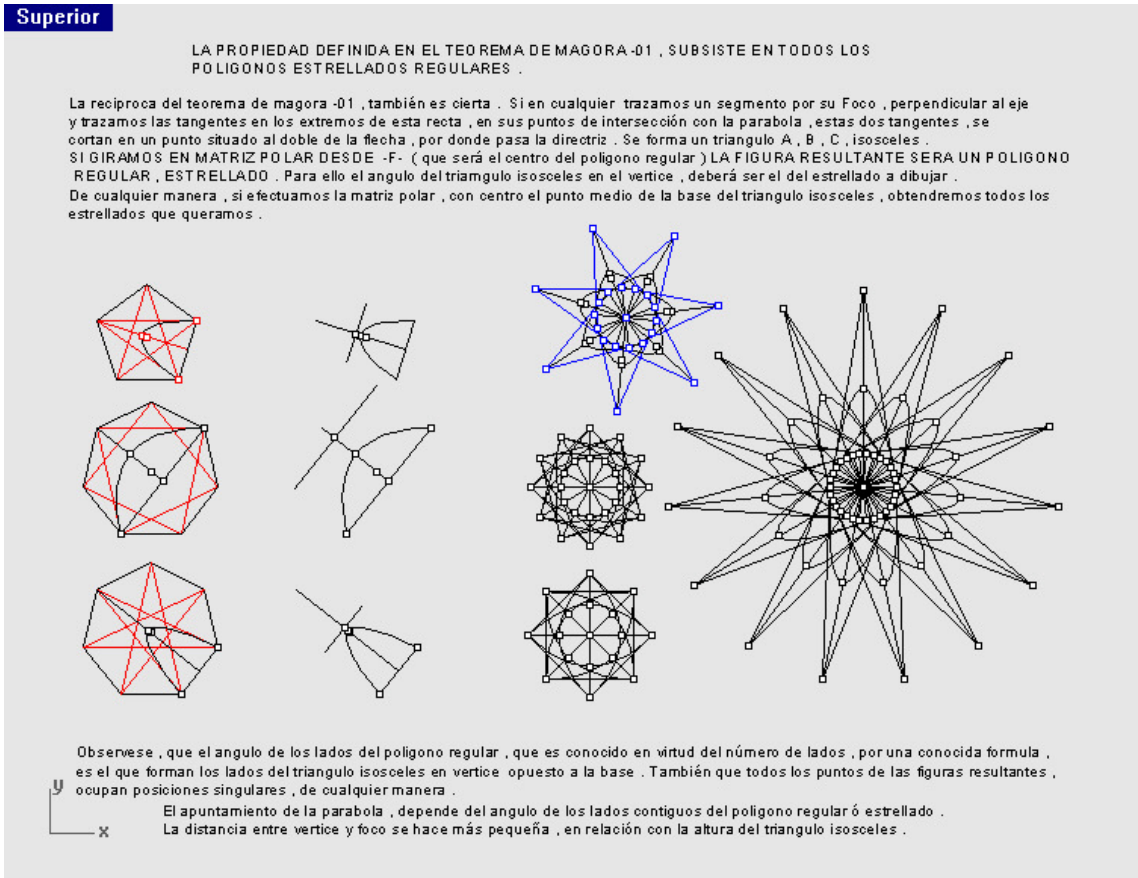


Consecuencia 01:
Las directrices de estas parbolas , si se extiende a todos los vretices , forman un poligono del mismo número de lados , exterior al inicial .

y
x


Superior
NUMERO DE PARABOLAS IGUAL AL NUMERO DE LADOS
SOLAMENTE UNA PARABOLA EN UN LADO
Directriz
Triangulo
Cuadrado
Pentagono
Hexagono
PARABOLAS Y DIRECTRICES EN UN SOLO LADO
Triangulo
Cuadrado
Pentagono
Hexagono
POLIGONOS CONCENTRICOS DE TODAS LAS PARABOLAS Y LADOS
y
x


Superior
POLIGONOS ESTRELLADOS CURVOS PARABOLICOS
Los poligonos generados inscritos en los poligonos regulares y las parabolas bitangentes de los casos anteriores , generan unos poligonos estrellados curvos de lados en arcos de parabola .
Aparecen aqui los correspondientes al triangulo . cuadrado . pentagono y hexagono .
Triangulo
Cuadrado
Pentagono
Hexagono
Son figuras 2D interesantes para composiciones 2D .
Con una mayor densidad , función del número de lados .
y
x



Toda esta situación , ya aventurada en la historia por infinidad de pensadores , comienza a indicar la unidad perfecta entre todo , particularizándose en cada caso posible en relación al resto .

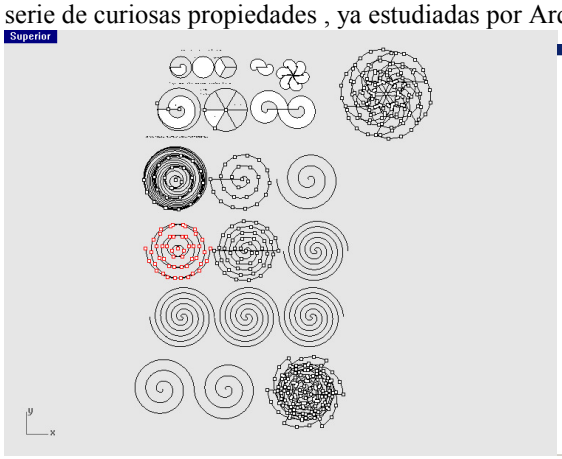
El diseño como investigación y aplicación . El "todo" hacia lo" uno ".

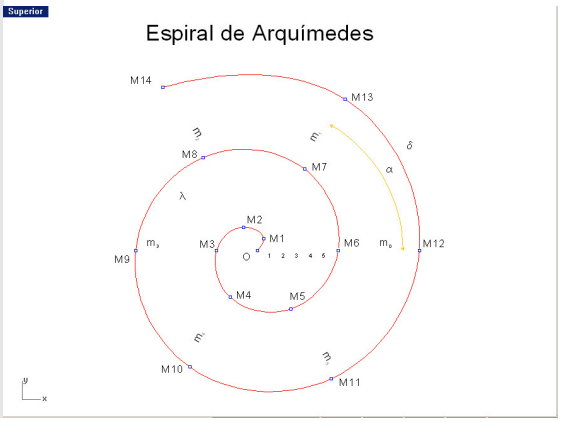
Nota :
Aunque parece prevalecer lo plano 2D , en lo expuesto , es solo un reflejo por el orden impuesto . El juego 2D – 3D (ó incluso un 3D temporizado , es decir cuatridimensional de dimensiones NO homogéneas . Alto , ancho y grueso , en un tiempo determinado) será el objetivo primordial . Podemos decir que se tratará de un dibujo tridimensionalizado en pantalla , en lugar de un dibujo 2D , en el plano . La ventaja esta clara , las desventajas también pero menos , pero lo actual y en este momento es la nueva herramienta informática y su medio , que debe transcender a instrumento . Estamos iniciándonos con ella y aprendiendola con bases establecidas , es muy posible que ella sea capaz de generar su propio entorno y reentrada al adaptar las bases a su nueva identidad . Aunque realmente serán otras maneras de ver lo mismo , cambiando de microscopio al astronómico ó laser . Lo grande no quita la razón a lo pequeño , ni esto a lo diminuto . Evidentemente los cambios de escala de apreciación , ampliarán lo visto , aunque no deje de ser lo mismo y la misma naturaleza .

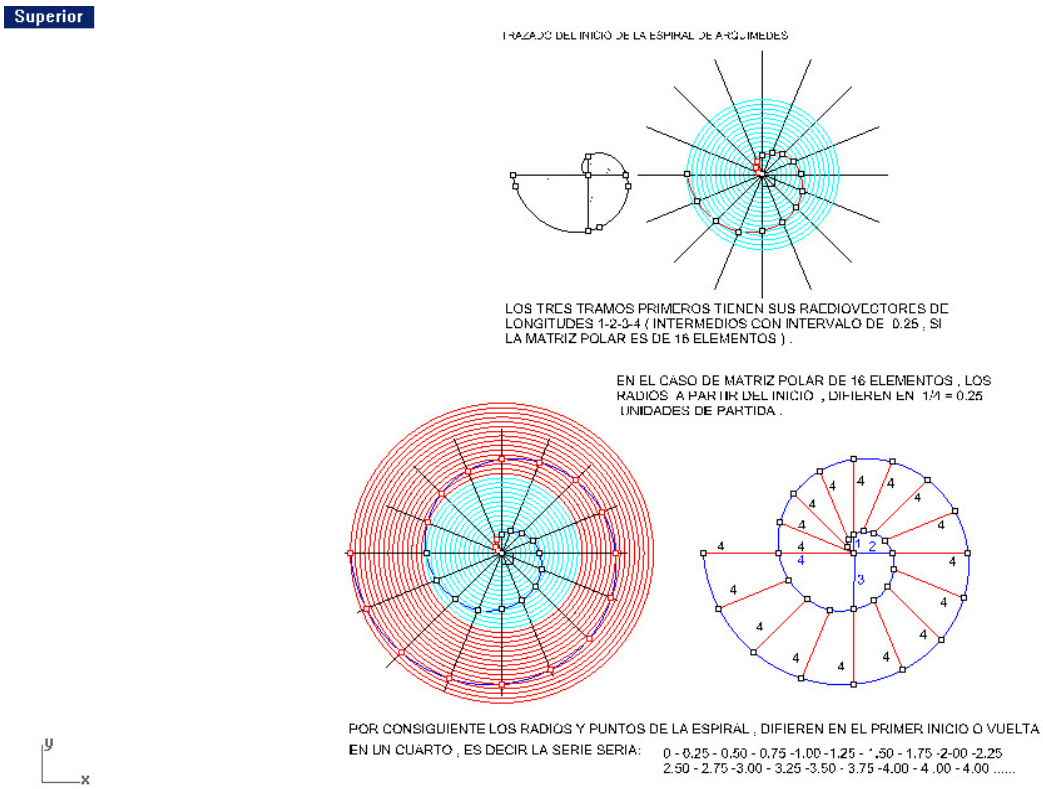
Las espirales y volutas : otras curvas .

La espiral 2D ó 3D , son curvas vivas , generalmente sin inicio ni fín determinado . Las conocemos por tramos ó parcialmente , e incluso algunas ni tan siquiera debieran ser llamadas espirales .
Una de las primeras conocidas se debió a Arquímedes y de este tomo su nombre .
Las planas (2D) se generan al desplazarse un punto ,según dos movimientos simultáneos **: uno de giro y otro de alejamiento ó acercamiento . Propiamente NO pueden dibujarse con las herramientas de compás y reglas , aunque sí aproximaciones de ellas (como la voluta clásica jónica) . por este mótivo no fue aceptada por los académicos griegos , ya que consideraban que no era " ciencia " lo no dibujable con estas herramientas . Curiosamente si lo fue las mal llamadas espirales posteriormente que no eran sino pseudoespirales aproximadas , que sí se podían dibujar .**

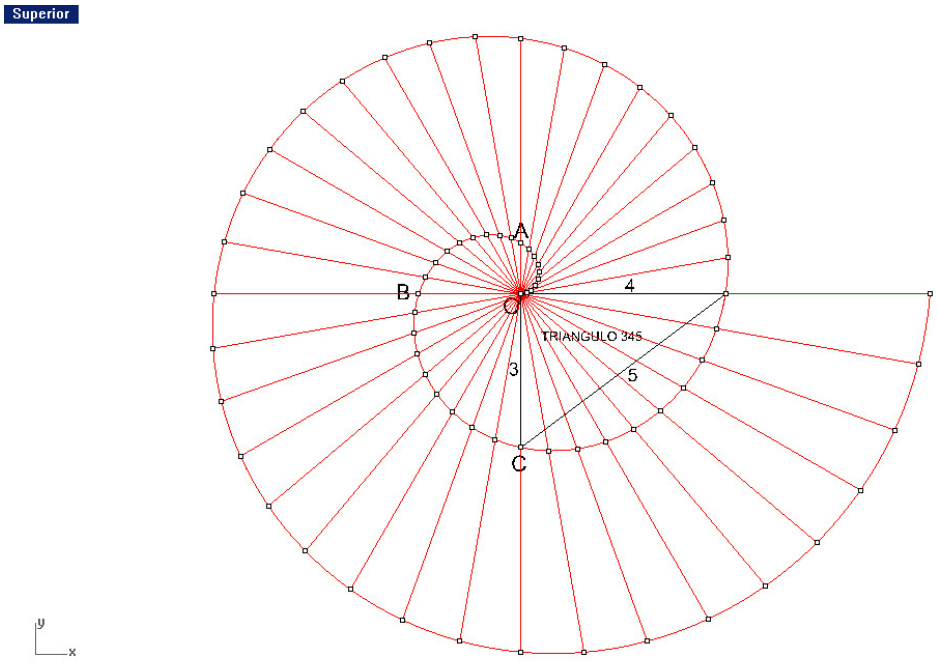
ESPIRAL DE ARQUÍMEDES :
La forma de entenderla es el simple arrollamiento de una cuerda en el suelo , a cada vuelta la cuerda se aleja del origen , su espesor , a la forma marinera . Su primera vuelta , difiere de las demás y goza de una serie de curiosas propiedades , ya estudiadas por Arquímedes .







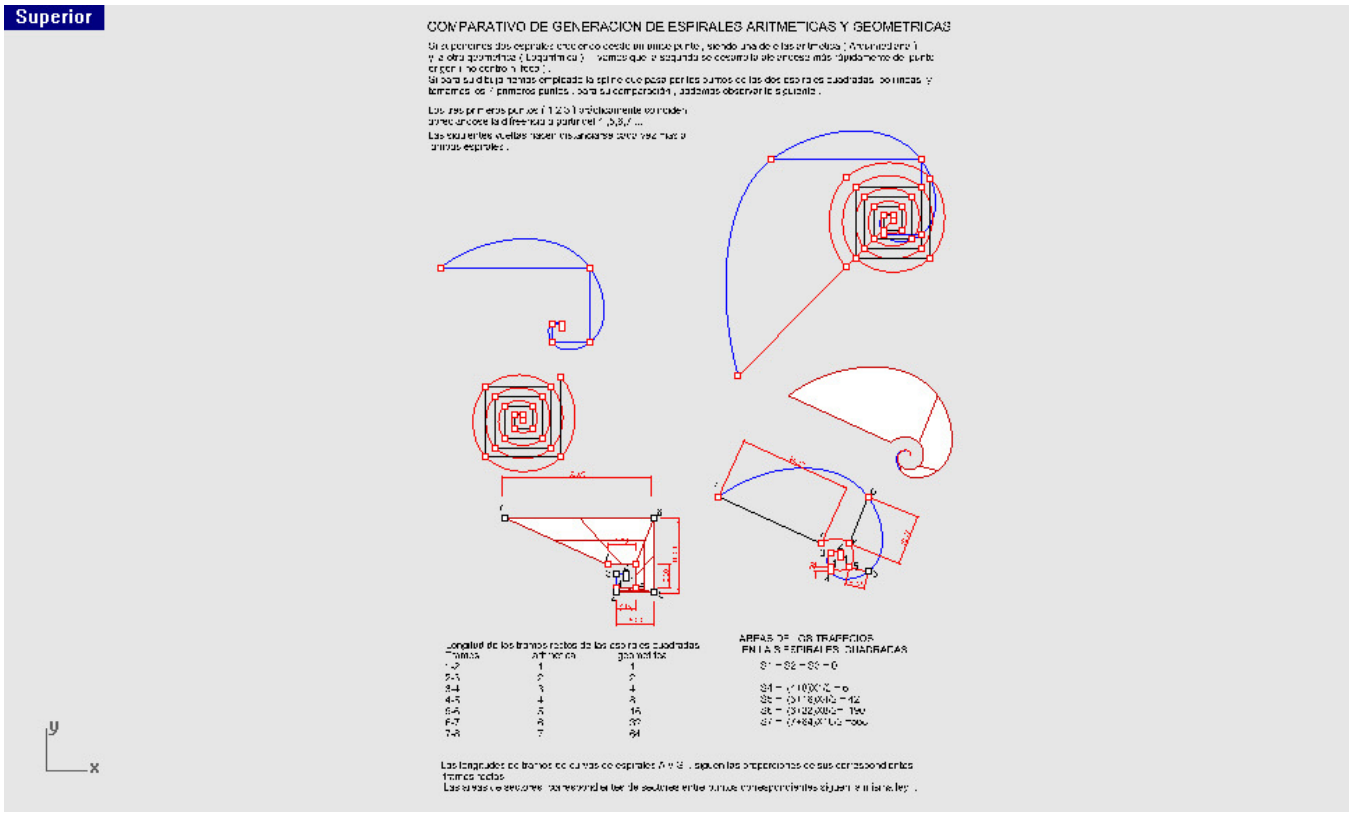
Primer tramo de la espiral aritmética de Arquímedes : Algunas propiedades .
Este primer tramo, suponiendo que empieza en O marca **cuatro triangulos rectángulo 345 ,**
Que van creciendo proporcionalmente , hasta el cuarto de medidas realmente 3-4-5 , como puede verse en la figura . Su longitud coincide con la mitad del circulo de centroO y radio 4 , que la envuelve y se adapta .



Esta espiral aunque aparece en ciertos momentos en la naturaleza , no es muy abundante .
Tiene origen en O , pero no final . Los modernos medios informáticos de dibujo , suelen dibujar aproximaciones automáticas con bastante exactitud (aunque nunca completa). La vurvatura de los puntos va ampliándose con el ángulo . No coincide en ningún punto . El centro suele llamrse también POLO y es un punto determinado .

En las láminas se pueden ver diseños obtenidos con estas espirales y sus composiciones .

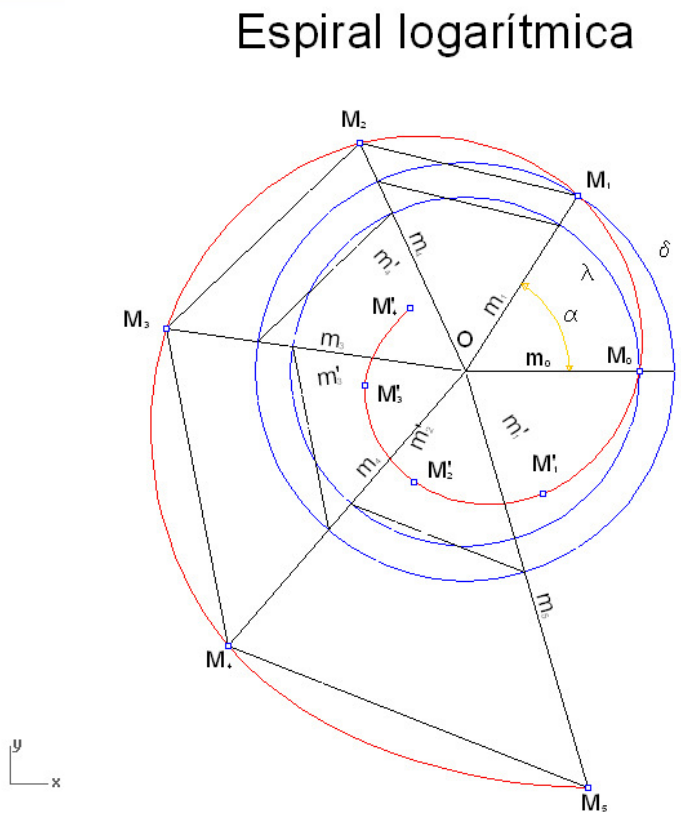
COMPARATIVO DE ESPIRALES.



La espiral LOGARÍTMICA : Crecimiento geométrico . Parabólicas

.

Superior



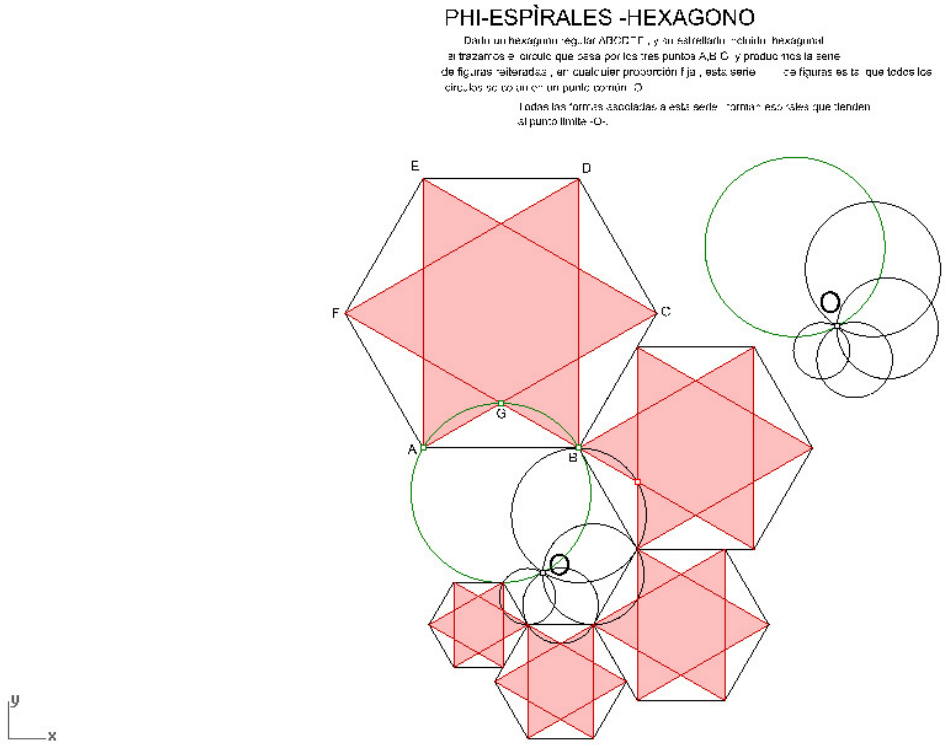
El giro permanece , dando vueltas , pero el alejamiento NO CRECE aritméticamente sino LOGARITMICAMENTE . Cada alejamiente depende de un parámetro creciente , no como en las arquimedianas que era fijo y sumado .

Los triangulos marcados crecen en giros iguales , semejantes .
Este tipo de espirales abunda en la naturaleza . Caparazones de moluscos ó caracoles ,
Todo tipo de movimiento y crecimiento proporcionado , que exija giro y ageandamiento , suele aparejarse con este tipo de espirales , desde el microcosmos , comos ó macrocósmos .

Este tipo de espirales , se puede generar en los crecimientos de figuras como los polígonos regulares con un parámetro multiplicador fijo ó creciente , a cada giro . En estos polígonos regulares , el giro puede ser el de acoplamiento de la misma figura , ampliada ó reducida (según el parámetro) . Este parámetro resulta especialmente interesante si se ajusta a parámetros de crecimiento como PHI .

Unos polígonos crean espirales , más ricas que otros : Particularmente el PENTÁGONO , crea una serie en espiral , que aparece en infinidad de casos en la naturaleza , sobre todo en caracolas y moluscos y caparazones . Este pentágono además , como ya sabemos incluye esta proporción en si mismo . Estas espirales tienen polo ó centro , al que tienden al decrecer .

Superior

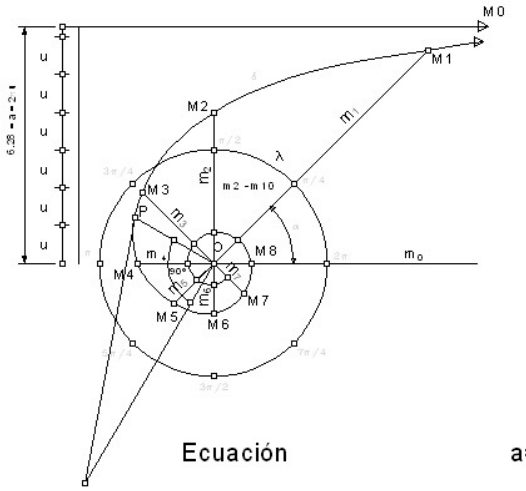


En esta representada en la lámina , del hexágono , podemos observar el crecimiento y el polo . Además en este caso vemos que es el punto de corte (ó común)entre las circunferencias que pasan por G (vértice del estrellado) A y B y sus consecuentes y consecutivas . Esta propiedad interesante indica , que existen relaciones en espirales entre los polígonos regulares y sus correspondientes estrellados . Dejamos al lector, extender a otros polígonos estas propiedades . En los casos de la naturaleza (moluscos , caparazones etc ...) , pudieran sugerir que de alguna manera estos animales puedieran incluir en sus genes , ciertos conocimientos aplicables a su crecimiento . No son más que seguimientos que la geometría impone a la naturaleza , si tiene que ajustarse a crecimientos ordenados y formales .

Espiral asintótica ó hiperbólica .

El giro permanece , pero el alejamiento es mucho más rápido . En la naturaleza , suele aparecer en fenómenos como el de la luz (no tiene movimiento recto , es curvado en espiral logarítmica ó hiperbólica) . **tiende a la tangencia a una determinada recta ó asíntota . No da vueltas por lo tanto hacia fuera , pero si hacia dentro y el polo .**
Nace y tiende a la tangencia a la asíntota , pero nunca llega a ella .
Superior

Espiral hiperbólica



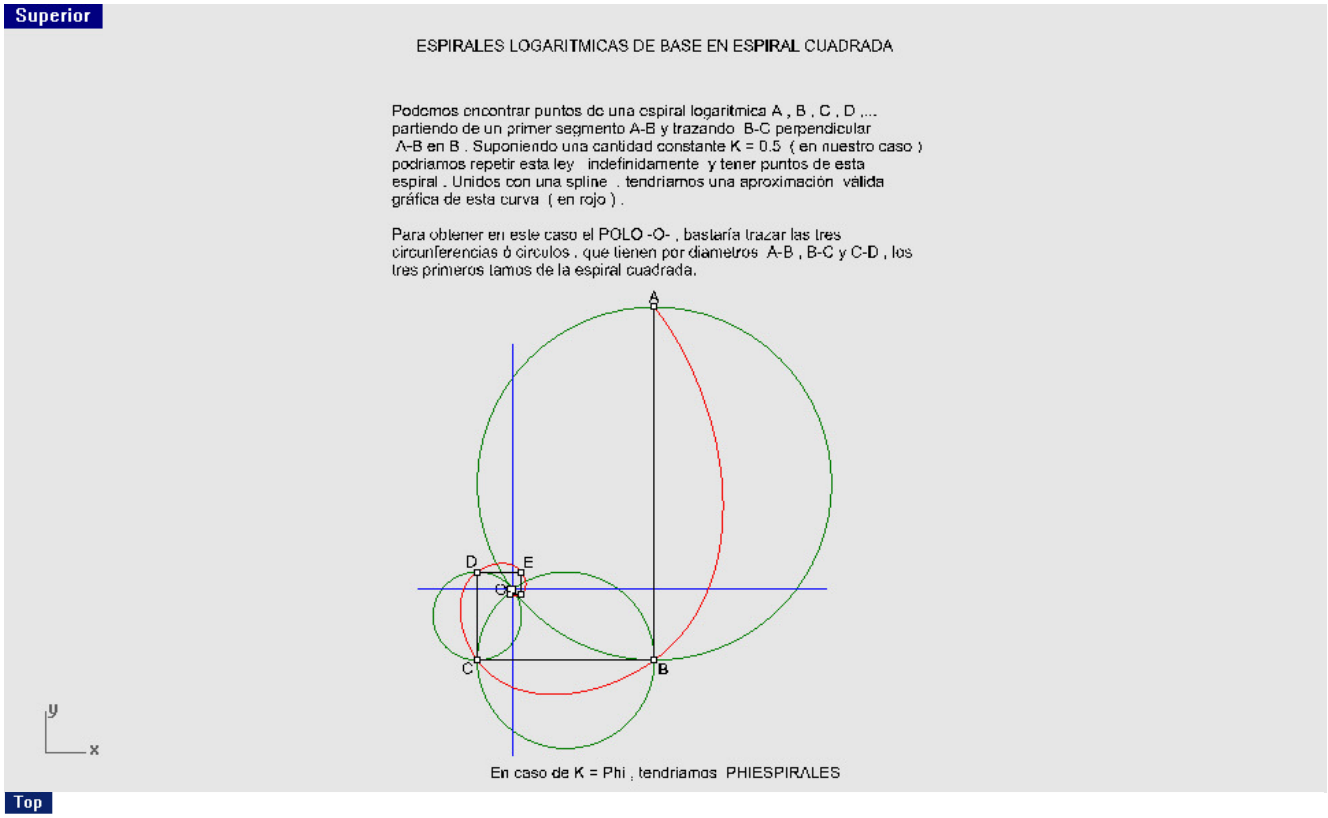
Ecuación a= constante

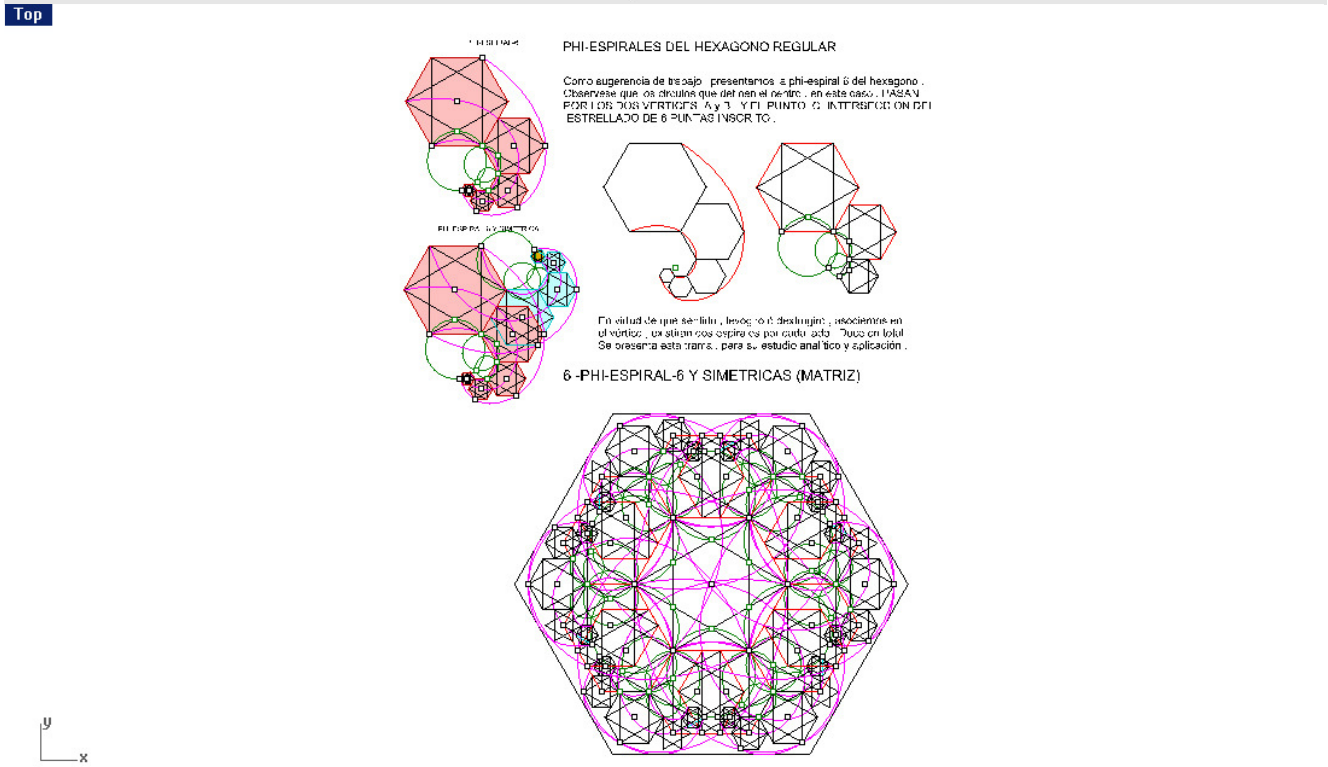
Si O aumenta disminuye , el punto tiende a aproximarse a O .
La distancia -d- de M al eje polar de valor
tiende a al valor -a- , luego la paralela MO a distancia -a- es asintota , a la que tiende la espiral .
Una manera de dibujar puntos , hacemos a = 2 PI u (u = arbitraria) .

Son interesantes por sus aplicaciones y propiedades , las espirales generadas por crecimientos poligonales , con parámetro PHI ó espirales áureas ó en PHI , también en estos casos , al igual que en las anteriores . En las próximas láminas representaremos algunos casos , para practicas del lector , a elección .

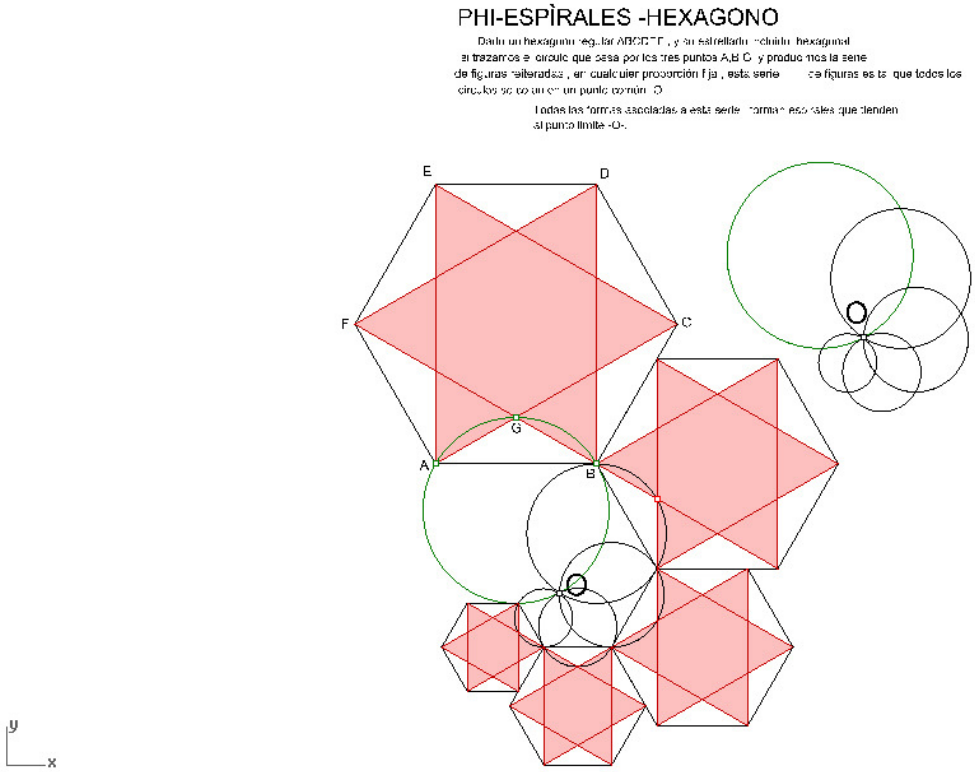
Existen muchos más tipos de espirales planas , pero en nuestro estudio , únicamente nos hemos referido a los tres más prototípicamente estudiados y aplicados .

EJEMPLOS de ESPIRALES DE LOS TRES TIPOS .





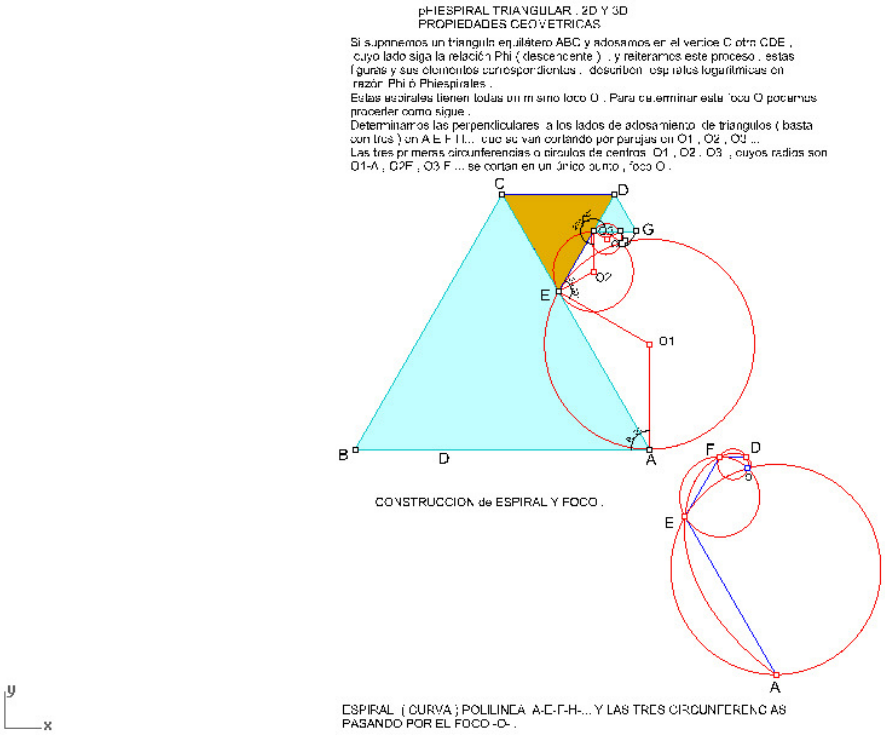
Superior



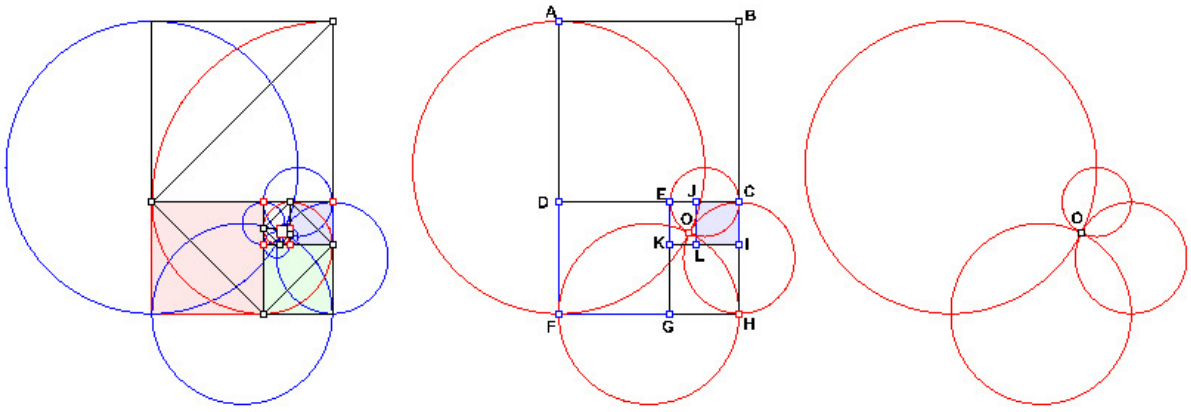
Conjuntos de espirales en el crecimiento proporcionado (PHI) del Pentágono y Hexágono . Aparecen múltitud de casos en lo natural .

Tambíen se representan con el triangulo equilátero y el cuadrado . Aunque estas no son tan frecuentes como las anteriores .

Superior



Superior



TEOREMA

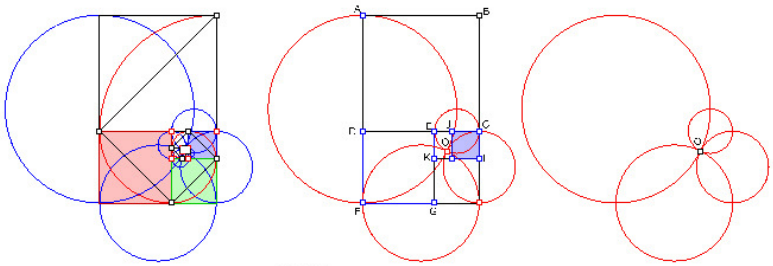
Si partimos de un cuadrado A-B-C-D y sobre el lado D-C encontramos el punto E que nos partiera en razón PHI , es decir que DE / EC = CE / EC y asociamos los cuadrados D-E-G-F , y procedieraemos reiteradamente , con los cuadrados K-G-H-I y L-I-C-J , nos encontrariamos que estos cuatro cuadrados , en serie de fibonacci y razón PHI , en cerrarian un rectangulo E-J-L-K , semejante al A-B-H-F .

Los cuatro circulos de diametros los sucesivos lados grandes , de los rectangulos semejantes originados , SE CORTAN EN UN PUNTO -O- , al que tiende la sere en espiral .

Todos los centros de los arcos de la espiral , ocupan vertices de sus consecuentes cuadrados , estando tambien en espiral .

y LAS ESPIRALES , LA RADIACION DE CIRCULOS Y LOS CUADRADOS TIENDEN A ESTE PUNTO COMO LIMITE .

Superior



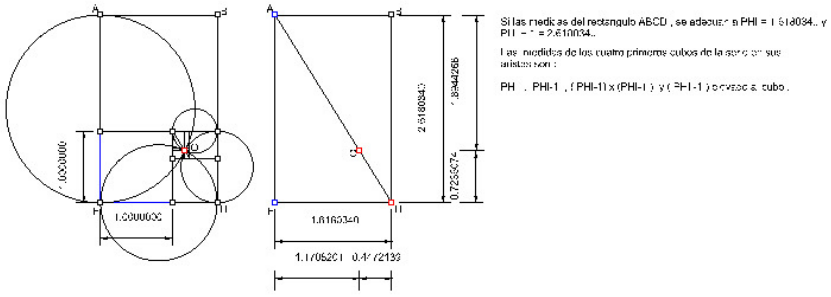
TEOREMA

Si partimos de un cuadrado A-B-C-D y sobre el lado D-C encontramos el punto E que nos partiera en razón PHI , es decir que DE / EC = CE / EC y asociamos los cuadrados D-E-G-F , y procedieraemos reiteradamente , con los cuadrados K-G-H-I y L-I-C-J , nos encontrariamos que estos cuatro cuadrados , en serie de fibonacci y razón PHI , en cerrarian un rectangulo E-J-L-K , semejante al A-B-H-F .

Los cuatro circulos de diametros los sucesivos lados grandes , de los rectangulos semejantes originados , SE CORTAN EN UN PUNTO -O- , al que tiende la sere en espiral .

odos los centros de los arcos de la espiral ocupan vertices de sus consecuentes cuadrados estando tambien en espiral .

y LAS ESPIRALES , LA RADIACION DE CIRCULOS Y LOS CUADRADOS TIENDEN A ESTE PUNTO COMO LIMITE .



Si las medidas del rectangulo ABCD , se adecuan a PHI = 1.618034.. y PHI - 1 = 2.618034..

Las medidas de los cuatro primeros cubos de la serie con sus aristas son :

PHI , PHI-1 , (PHI-1) x (PHI-1) y (PHI-1) al cuadrado cubo .

Superior

PHIESPIRALES PENTAGONALES (3 MUNDOS)

Como ya hemos repetido en alguna ocasión , en el caso específico de la espirales, se entiende una variada manera de enfocar su estudio.
Como curva geométrica , es un entendimiento geométrico en el de su generación , definiciones , atributos y propiedades . Correspondiendo a su propia esencia y escuálidez científica .
Cuando estas FORMAS , están presentadas en una serie de OBJETOS naturales , parecen No separarse el concepto forma objeto natural y sus reflejos de elementos geométricos , de esa pureza geométrica y su esencia . Se olvida su mecánica y esencias estudiadas , como las aplicadas ó reflejadas en esos objetos , que sin duda se aclaran .

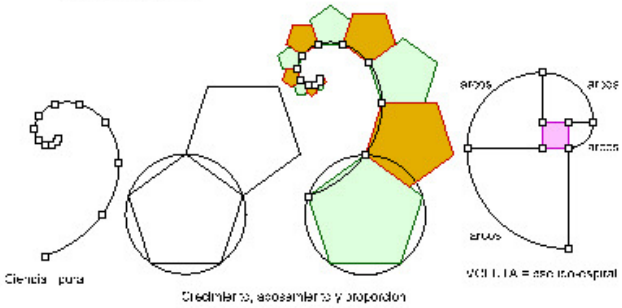
De esta manera el " Nautilus " , casi se le asigna el conocimiento de esa geometría y nos maravillamos con el . El proceso del Nautilus (molusco) es forma y llega a esa geometría por simple crecimiento , mecánica y acoplamiento . No nos necesita saber geometría . La forma geometría es un resultado forma . La naturaleza no sabe geometría clásica . ES ESENCIALMENTE GEOMETRIA .

Percibimos dos consideraciones : diferencia una generación geométrica y otra forma u objeto .
En nuestro caso de Arquitectos , incluso una tercera APROXIMADA Y PARCIALMENTE EN ALGO DE LAS DOS ANTERIORES . En el caso de la ESPIRAL puede verse clara esta triple faceta .

La curva espiral como geometría estabilizada . Sus propiedades , atributos , etc , que se miden conocerla . POR QUE ESTARIA ALLI .

La curva geométrica espiral , reflejada en alguna FORMA natural , como resultado de un proceso material de crecimiento , semejante ó aproximado , que describiría en el mágen .

Simulación y modificación de procesos semejantes , que ayudan , resuelven ó se aplican a situaciones semejantes .

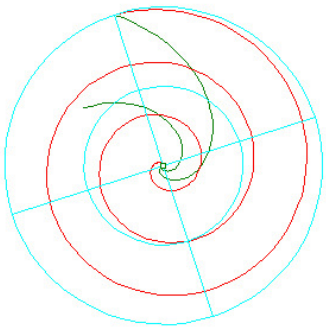


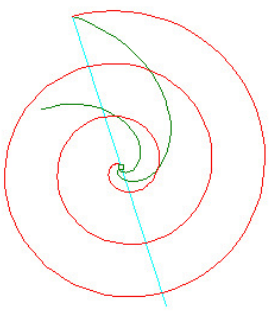
En el primer caso , pura ciencia , no mas , ni menos , ni nada . LO DESCUBRIMOS .
EN LOS DIBUJOS SUPERIORES , CORRESPONDERIA AL TRECHO EN SI GEOMETRICO EL PRIMERO . LA CURVA ESPIRAL
El proceso de generación es independiente , existen sin necesidades exteriores al nuestro consumo .
Son acontecimientos específicos .

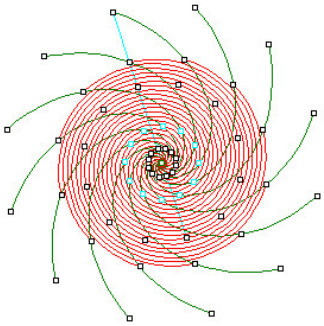
En el segundo , proceso natural reflejado en alguna situación a asociar con algún del primero , se trata de forma objeto .
PARTIENDO DE UN OBJETO FORMA (pentágono) AL CRECER Y ACOGERSE EN UNA DETERMINADA POSICION Y PROPORCION CONSTANTE , DESCRIBE UNA CURVA , ASOCIABLE A UNA ESPIRAL .
SUELE SER LA ACTUACION DE LA NATURALEZA , EN SUS FORMAS .
La forma objeto final refleja una geometría .

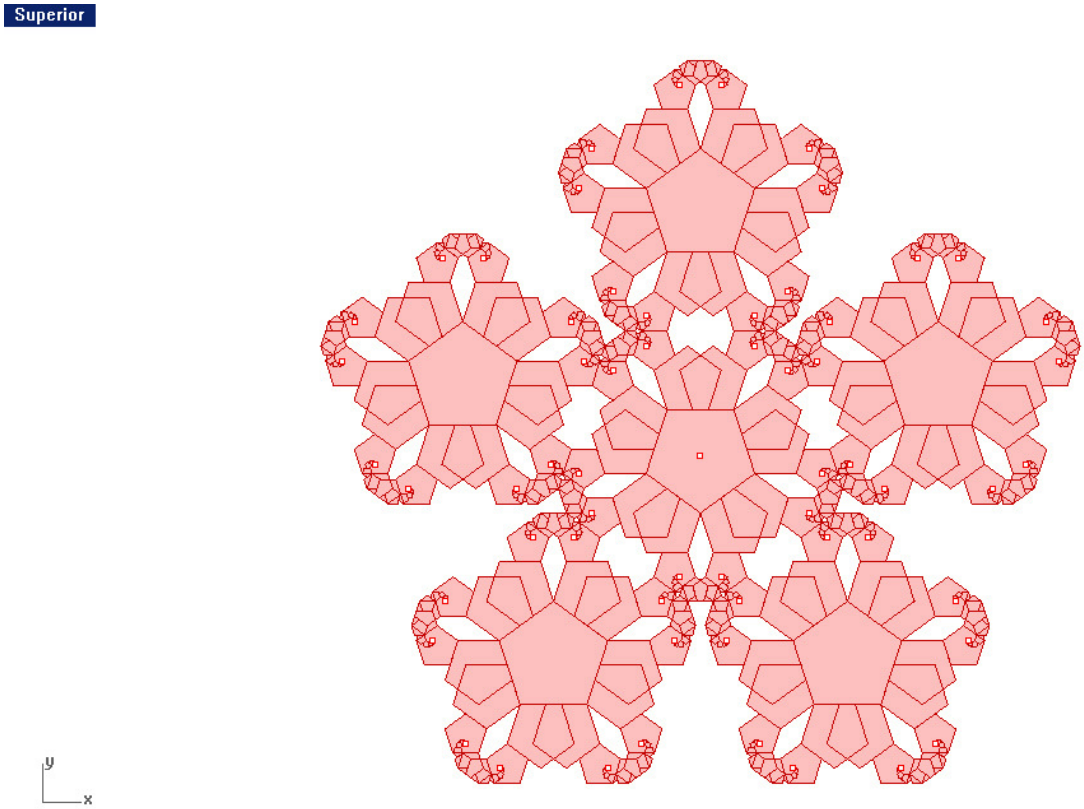
En el tercer caso , tras las observaciones y determinadas limitaciones e imposibilidades de su ciencia geométrica , MANEJAMOS " PSEUDO - FORMAS " CON HERRAMIENTAS DE ANDAR POR CASA , REGLA Y COMPAS .
APARECEN MARAVILLOSAMENTE LAS " VOLUTAS " , falsas , pero aparentes espirales .
Incluso , las damos más importancia y el valor mas belleza .
Situación claramente constructiva-arquitectónica

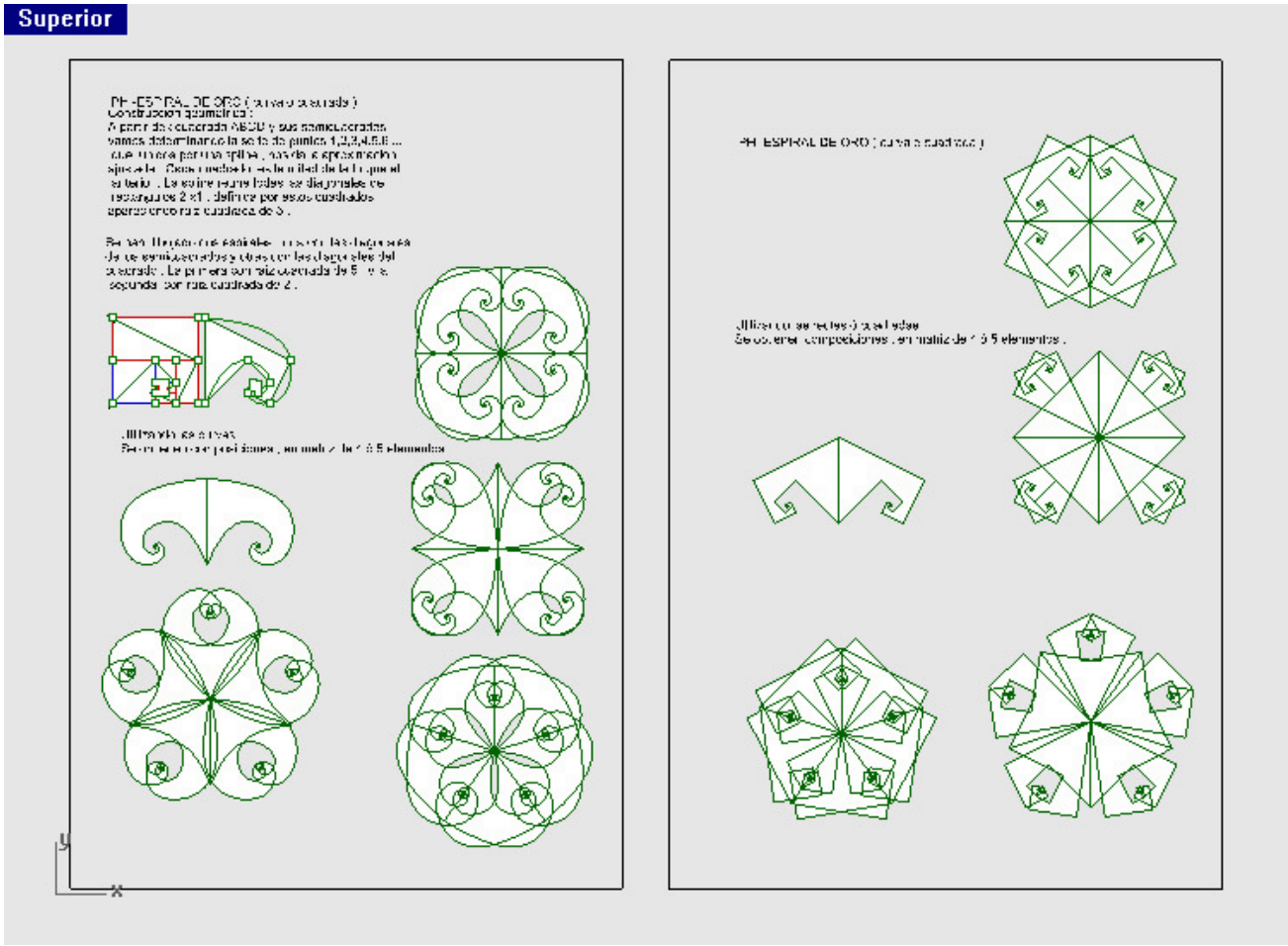
Superior








Superior
y
x


Superior
y
x

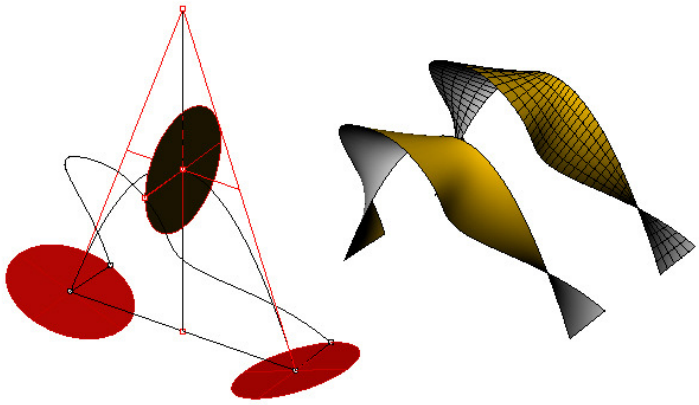
.

Perspectiva

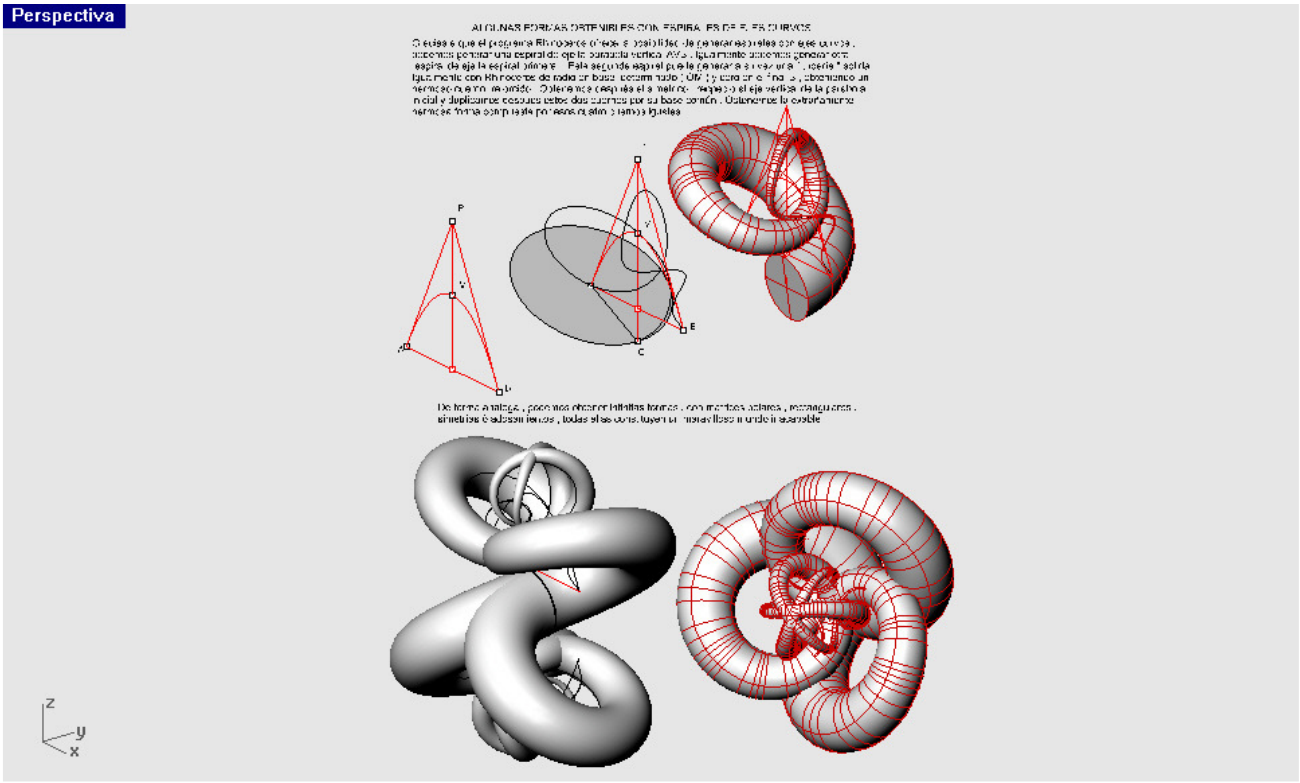
HELICES Ó ESPIRALES DE EJE CURVO

El programa Rhinoceros , ofrece la posibilidad de generar hélices o eEspirales de eje curvo , plano ó alabeado , de forma automática .
En el ejemplo suponemos el eje en parabola vertical A ,B ,C . En el menú de curvas , submenú hélice ó espiral y opción eje curvo , el programa dibuja los circulos del mismo redio (hélice) ó diferente (espiral) , a lo largo de la curva .
Hemos situado los circulos en A , B y C , naturalmente en plano ortogonal , cada uno a su correspondiente tangente .

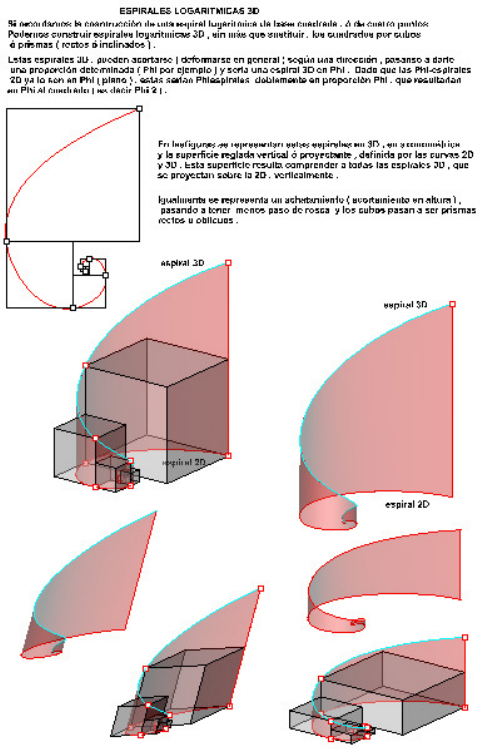
Hemos trazado también , las superficies egladas definidas por el eje y la hélice (ó espiral) .
Resulta interesante este medio para la construcción de las bandas de Moebius .



Perspectiva

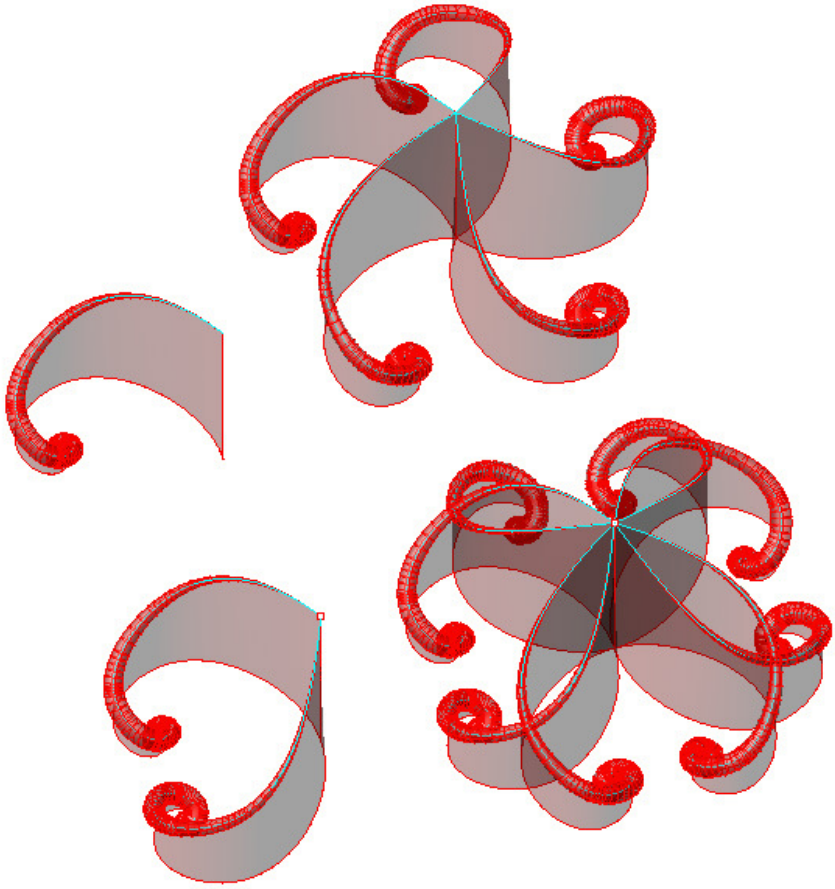


Perspectiva

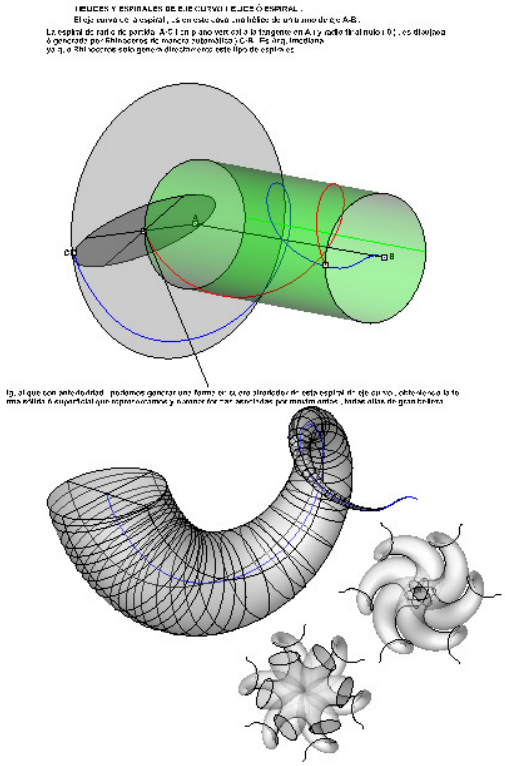


Perspectiva

Formas de agrupación en espirales 2D y 3D



Perspectiva



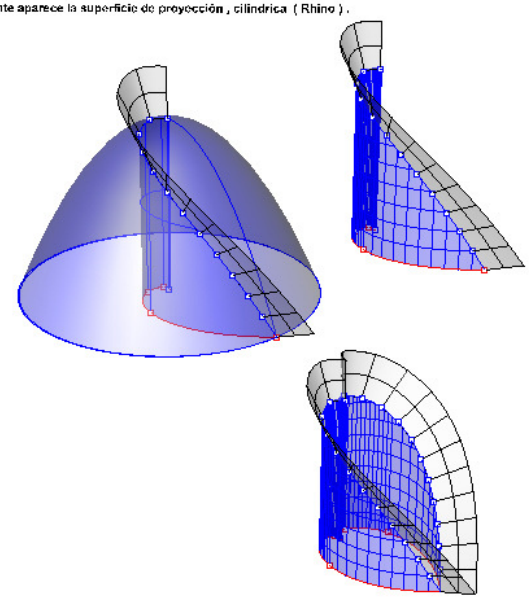
Perspectiva

PhiESPIRAL PARABOLICA 3D

Si la espiral obtenida del triangulo anterior , es proyectada ortogonalmente al plano base C . sobre un paraboloide elíptico de revolucion de eje vertical por -O- , tendremos una espiral parabólica tridimensional (3D) A -P , cuya proyecion en C será la anterior 2D .

Si dividimos esta espiral 3D en un número de puntos a igual distancia , con Rhinoceros , y por estos puntos trazamos las normales al paraboloide , podremos definir la superficie normal , como de translación (Rhino) , que aparece en la figura .

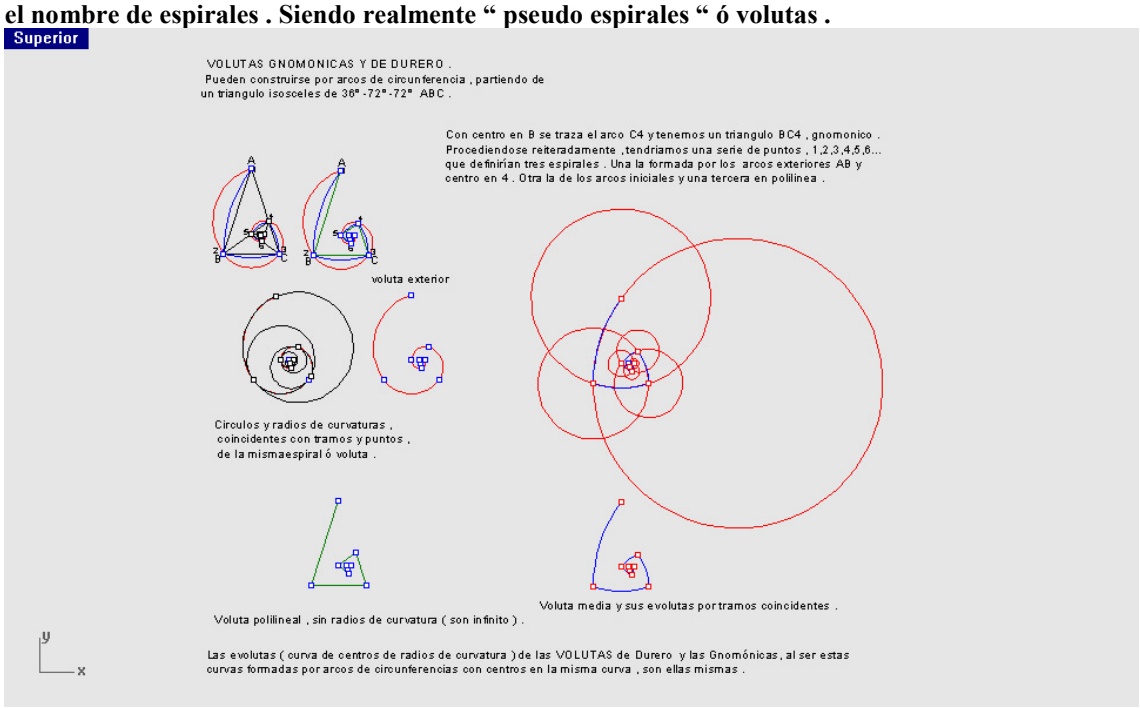
Igualmente aparece la superficie de proyección , cilíndrica (Rhino) .



Si el valor de crecimiento ó decrecimiento , de generación de las espirales , fuera negativo , se nos formarían las espirales simétricas y en la tercera figura aparecen dos fragmentos de ambas con sus correspondientes franjas de superficies normales .

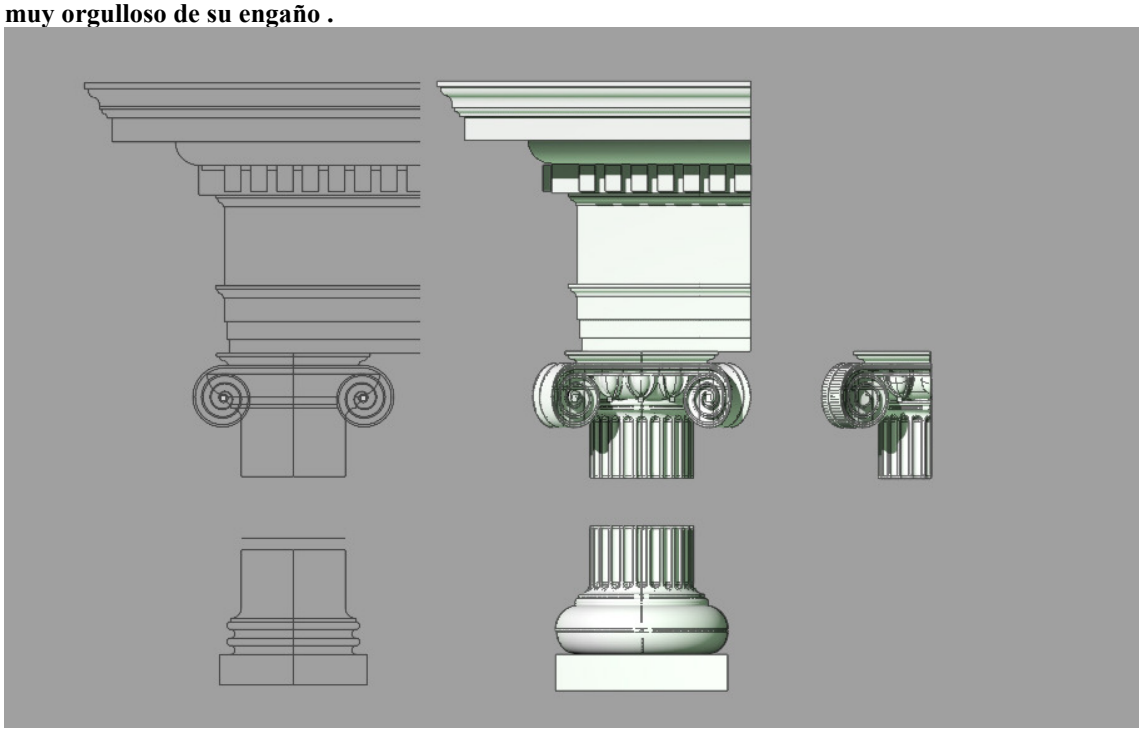
PSEUDO ESPIRALES ó VOLUTAS : La mentira y el engaño .

La imposibilidad de dibujar con compás y reglas , estas curvas vivas , de giro y crecimiento ó alejamiento , llevó a los dibujantes y pensantes a sustituir los tramos de curva por arcos de círculo cambiante de radio . **No son propiamente espirales , ya que conservan la curvatura por tramos de arcos iguales y no constantemente cambiante . No obstante algunos de sus manejadores , las dieron el nombre de espirales . Siendo realmente " pseudo espirales " ó volutas .**



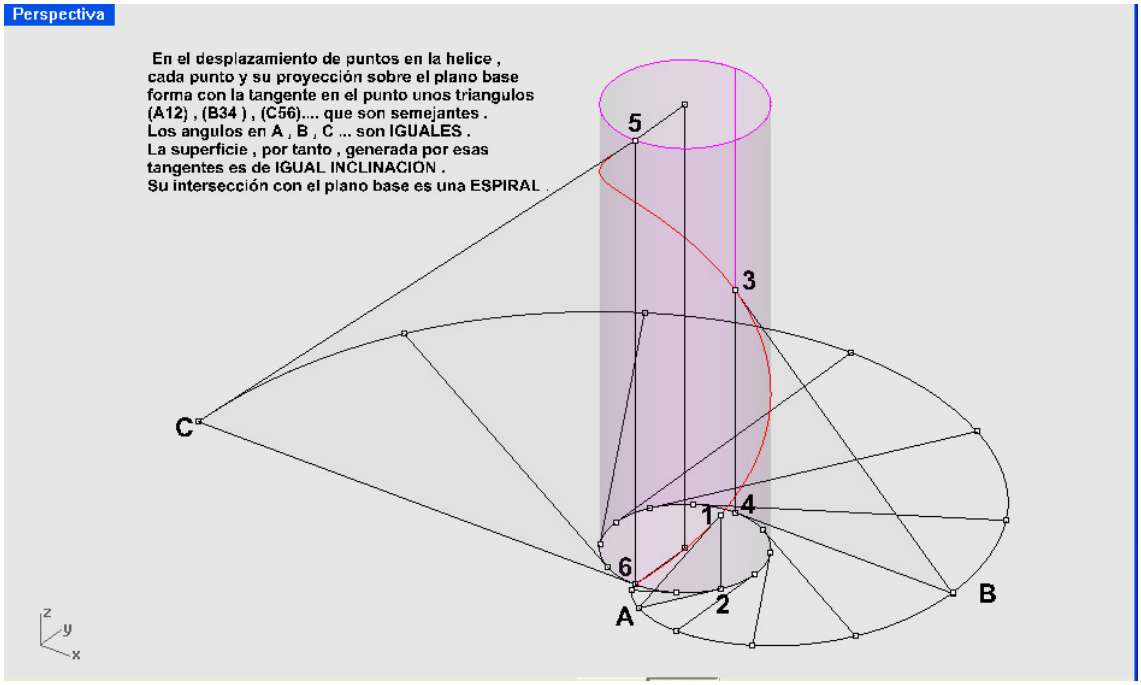
Los capiteles de muchos ordenes , realmente se han resuelto con volutas y el parecido es a veces grande , pero no son espirales geométricamente hablando .

No existen en lo natural , salvo por la mano del hombre , de lo cual se siente ufano , encandilado y muy orgulloso de su engaño .

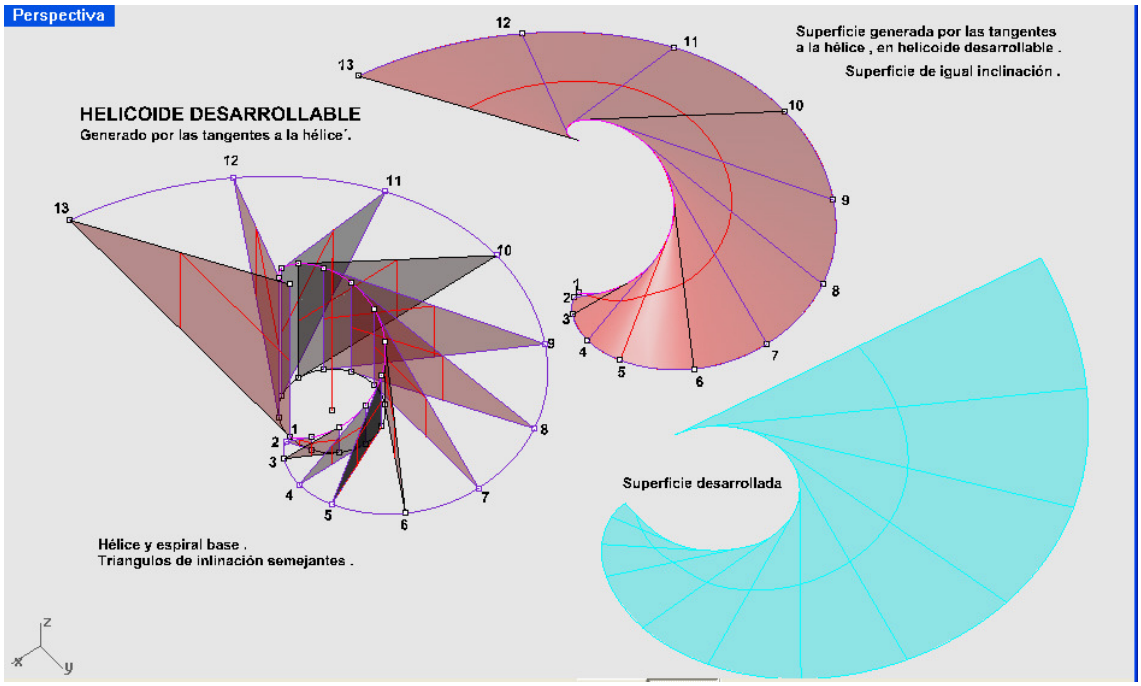


Hélicoide Desarrollable

Si suponemos un tramo de huna hélice de eje vertical y trazamos las tangentes en puntos de ella , esas tangentes tienen igual inclinación , respecto al plano base . Los triangulos formados por los tramos de tangemte entre el punto de la hélice , su proyección en el plano base y las tangentes al circulo base , **proyectadas , son semejantes , además de rectángulos verticales . es decir son semejantes . LA SUPERFICIE GENERADA POR ETAS TANGENTES EN HELICOIDE ES DESARROLLABLE Y DE IGUAL INCLINACIÓN , constante de tangente igual al cociente de los dos catetos .**

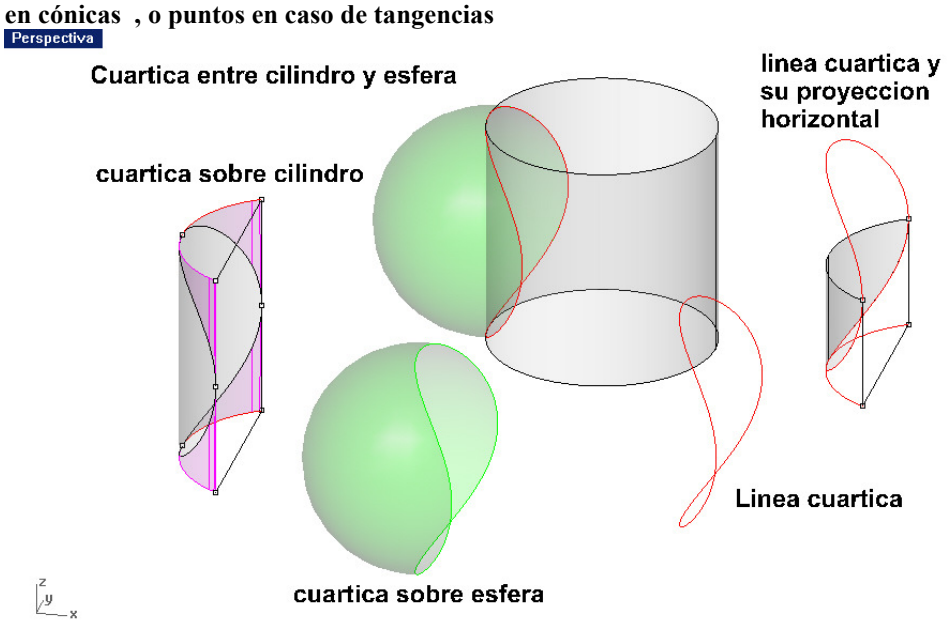


Esta superficie es de gran interés , constructivamente hablando , pués puede dar origen a consytrucciones trianguladas MODULADAS , repetidamente en el espacio 3D , como posteriormente veremos .

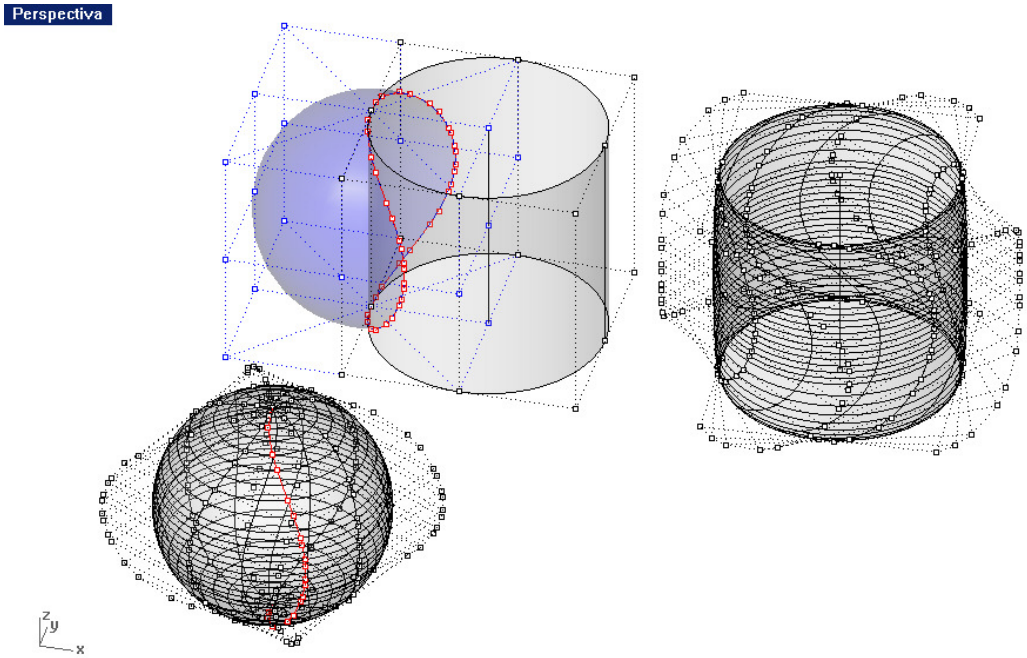


LINEAS CUARTICAS :

Las superficies Cuádricas (Esfera , Elipsoide , Paraboloide elíptico , Paraboloide Hiperbólico , Paraboloide Hiperbólico , Hiperboloide de dos hojas , Conos y Cilindros cuádricos) **al cortarse definen líneas cuarticas . Pueden degenerar en rectas , en determinadas posiciones y situaciones y también en cónicas , o puntos en caso de tangencias**

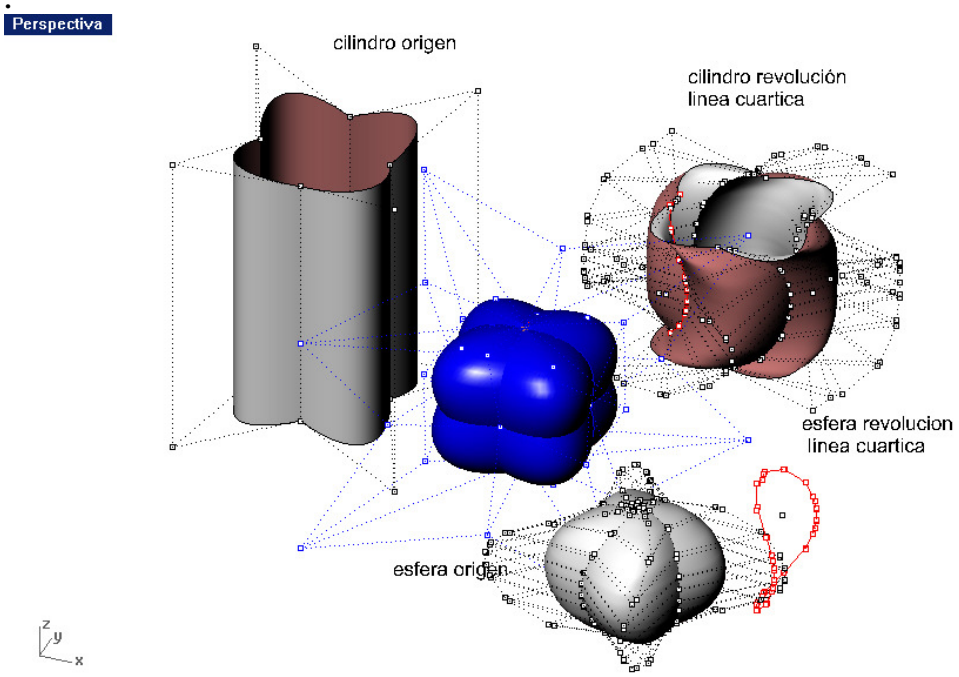


En el caso de la figura , se trata de la intersección de un cilindro y una esfera .
Estas líneas , cerradas o abiertas , tienen unas propiedades (en relación con las superficies que las producen) que resultan ineresantes para el diseño .
Dado que son curvas sobre ambas superficies , **pueden generar superficies de revolución , la ser revolucionadas alrededor de ejes de las cuadricas origen .** Estas nuevas superficies de revolución , son aparentemente iguales a las originales . Pero si activamos sus puntos de control , podremos observar que no es así . por tener puntos de control diferentes , se deformarán diferentemente . En la lámina siguiente representamos un caso , con los mismos elementos que en la anterior :P



Vemos como al generar por revolución ambas superficies , difieren bastante sus puntos de control .
Al ser aplicadas deformaciones , transformaciones u operaciones , sobre las figuras , estas actuan sobre los puntos de control seleccionados y al poder no ser los mismos ,**diferiran consecuentemente .**

En la siguiente lámina comprobamos loa anterior
.



Estas propiedades pueden ser utilizadas para el diseño de formas , aparentemente conocidas , pero de generación primitiva , con otras sensiblemente iguales , pero que producen diferentes resultados , simplemente por contener puntos de control diferentes .

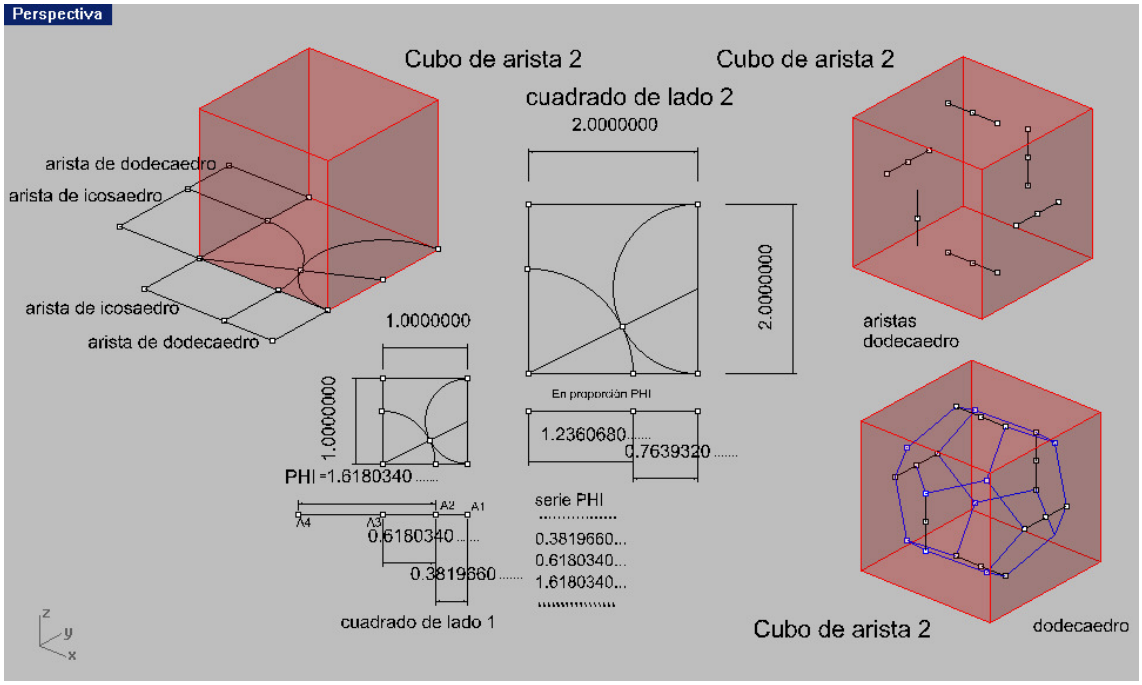
TRIDIMENSIONALIDADES CLÁSICAS .
POLIEDROS REGULARES .

LA SERIE PHI – PROPORCIÓN AUREA – NUMERO DE ORO .

Si planteamos una serie de tres segmentos a-b y c , de manera que la proporción entre el primero y segundo , sea igual a la del segundo con el tercero , **tendremos la relación de crecimiento proporcional perfecta . Esta ecuación daría la solución de 1.6180340... , como factor proporcional ó número de oro . PHI . Si aplicamos este factor al tercero y sucesivos , esta serie es tal que cada término , es igual a la suma de los dos anteriores . Es una serie Fibonacci .**

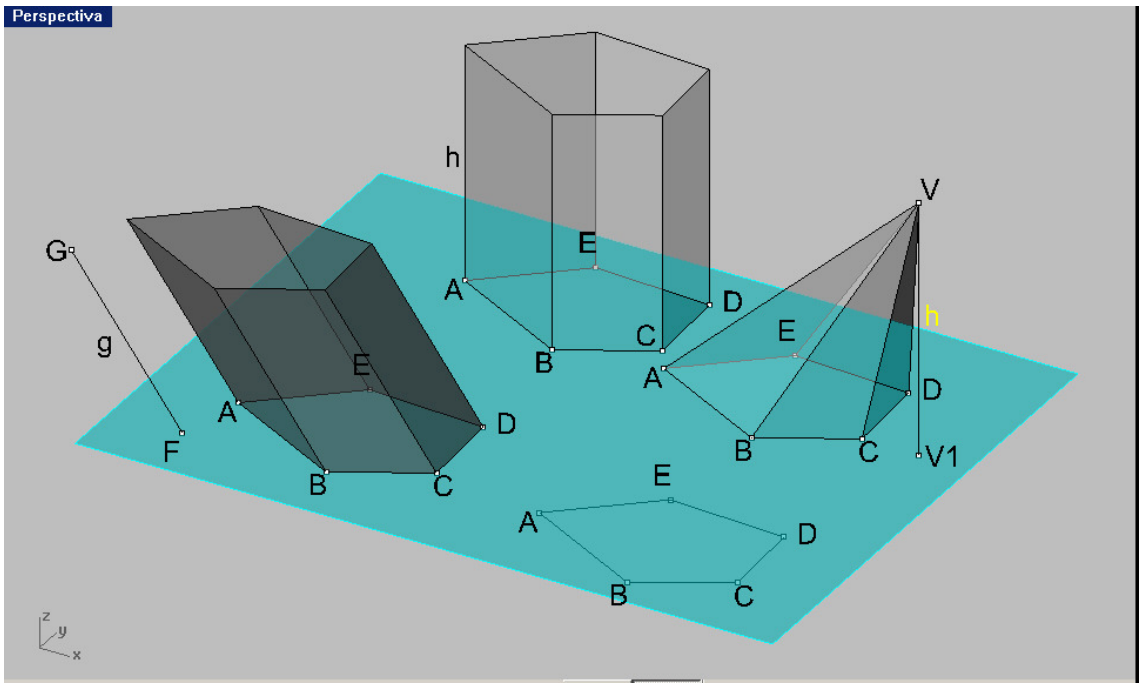
Si tomamos un cubo de arista dos y dividimos aureamente esta arista , tendremos dos partes : estas serán las dos aristas del Dodecaedro (la más pequeña) y las de Icosaedro (la mayor) , AMBAS EN PROPORCIÓN PHI Y SUMADAS IGUALARÁN LA ARISTA DEL CUBO QUE INCLUE A AMBOS POLIEDROS , cosn us aristas centradas en los centros de las caras y orientadas en las tres direcciones del cubo , dos a dos , en caras opuestas .

Fácilmente el lector , entenderá que esta es una sencilla manera de construir estos dos poliedros y obtener sus relaciones elementales , en estas posiciones primadas .
El dodecaedro tiene 12 caras poligonales regulares y el icosaedro 20 triangulares regulares .
Ya conocemos la inclusión en este mismo cubo del tetraedro y octaedro .**Por consiguiente tenemos una relación entre los cinco poliedros regulares , de fácil aplicación y uso .**

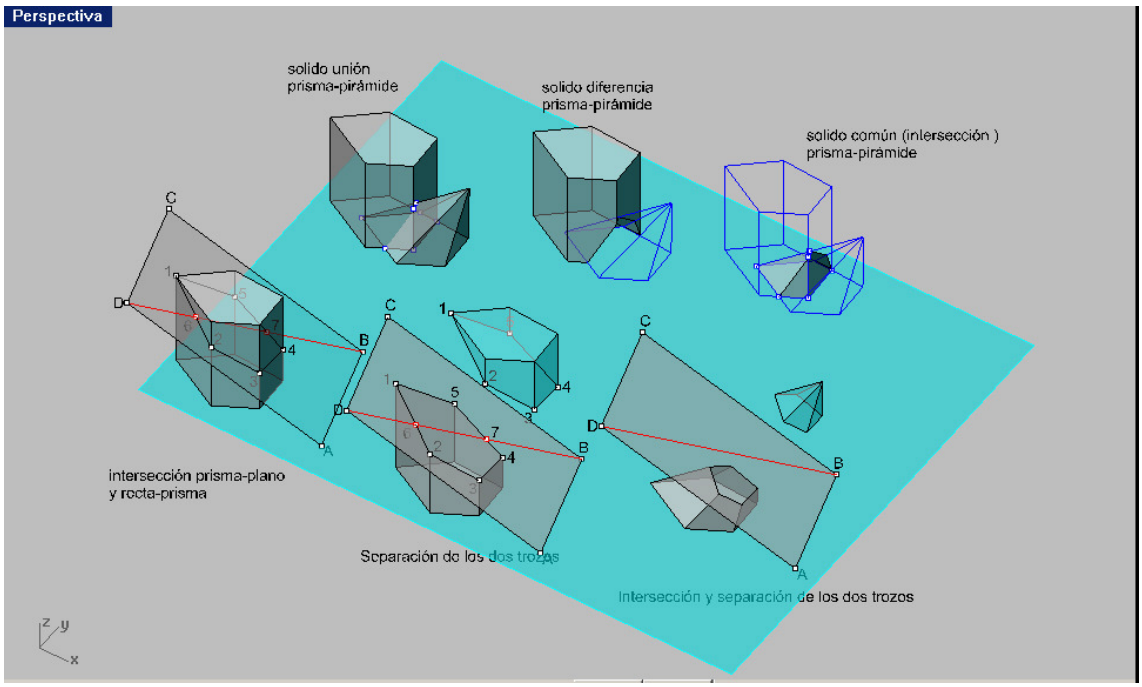


Ningún problema tendra el lector en construir estos cuatro poliedros en el cubo y relacionar sus elementos . Si además se generan en sólidos , podremos interceptarlos entre ellos , dando lugar a nuevos poliedros . Observando que el Tetraedro y, dodecaedro e icosaedro , dan dos soluciones , **las operaciones booleanas de suma , resta ó diferencia , nos suministrarían otros poliedros semirregulares y estrellados, de manera automática . Presentamos algunas de esas figuras en las siguientes láminas .**

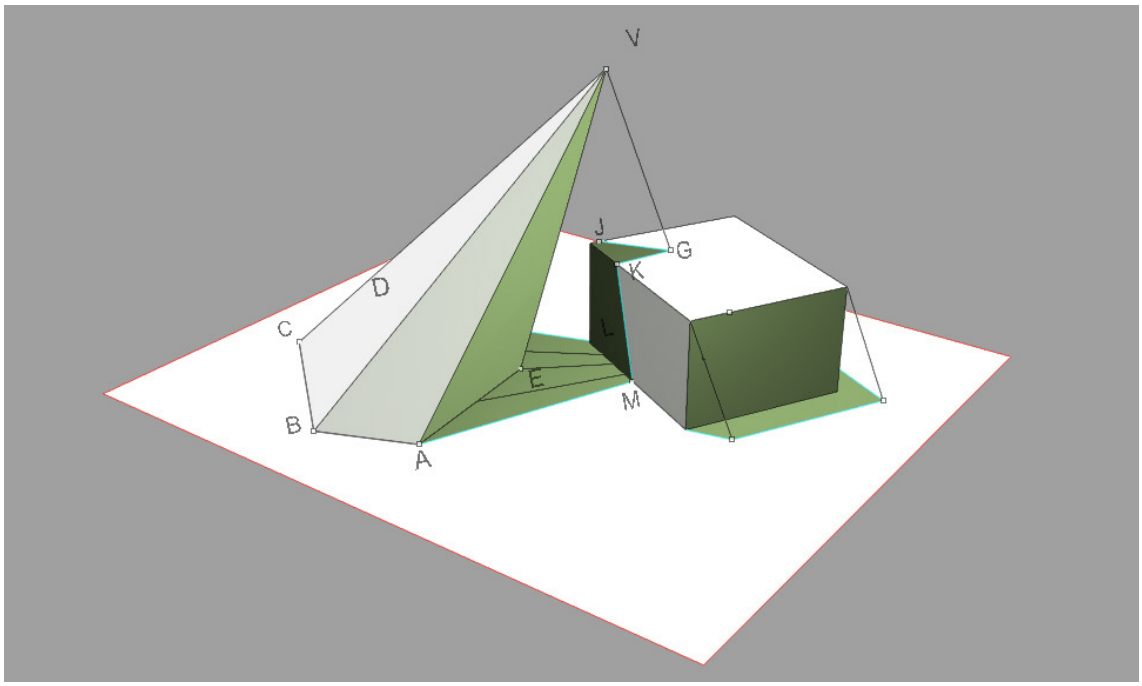
El estudio de los prismas y pirámides , ha sido considerado siempre como básico y todavía lo sigue siendo . Para el neófito resultan ejercicios sencillos y claros . Con la herramienta informática , suelen ser automáticos y rápidos , así como el estudio de sus sombras . Puede parecer que el renderizado con sombras resuelve el problema , pero es conveniente estudiar las separatrices y líneas luz - sombra , como intersecciones de los cuerpos con los cilindros ó prismas de luz paralela , o bien con conos en luz puntual .



Igualmente , permiten adquirir práctica y soltura , los estudios de las seccione y proyecciones , puntuales ó paralela (tambíen prismas ó conos , cilindros ó prismas . También las seccione planas ó pr superficies , que al ser automatizadas , parecen no incluir aspectos geométricos básicos .



Presentamos alguna lámina de estos procesos de luz sombra , para que el lector ejercite sus conocimientos adquiridos . Acumule conocimientos y practique y utilice el ordenador .



LOS POLIEDROS REGULARES (prologo)

Los estudios sobre poliedros regulares , empezaron con el tiempo humano .En los tiempos de estatuarias como la conocida venus de Willendorf (hace varios miles de años) y las ruinas de Stonhenge ya aparecieron vestigios de algún poliedro en piedra con increíble exactitud de tallado y evidenciando conocimientos sobre estos .

En todos los estudios medios , en la formación de nuestros hijos , han estado incluidos ó al menos han aparecido , de alguna manera . Bien es verdad , que formando parte de la denominada Geometría ó hermana pobre de las matemáticas . Todos los hemos tenido en la mano alguna vez , unos de madera , otros de plástico y otros , más afortunados de cristal .
La sensación en nuestras manos era muy diferente . Algunos como el Dodecaedro ó icosaedro , casi merecían apretarse ó al menos envolverlos completamente con ella . No pinchaban . Otros como el Tetraedro , que si pinchaban , pedían una caricia diferente , casi visual y oida . Por que tenían diferente música y sonido . Por los vértices puntiagudos se escapaba todas las energías . Pero las caras parecían ir hacia dentro . El peso de los puntos de control , hemos visto que repele o atrae , geométricamente hablando . Pero esta ciencia ha traido su magia implicada y anexa .

NO SE COGEN TODOS LOS POLIEDROS IGUAL . El cubo se toma por los centros de sus caras opuestas , con dos dedos (si su peso es pequeño , claro) . Así se tomaban los sillares en el Escorial y Herrera ideó unas fuertes pinzas para ello . Su propio peso las apretaba contra los lados .

El Tetraedro , con esos dos mismo dedos , pero tomando dos vértices .
Dodecaedro e icosaedro , depositándolos en la palma de la mano y abrazando los dedos sobre ellos .
Casi son bolas (esferas) y NO pinchan, pesan .

La Bola – esfera , se deposita siembre en la palma de la mano y esta siente unos contactos casi intimos y sensuales . Que espléndido tacto tiene una esfera ó bola . Todos hemos tenido una bola , balón , esfera , alguna vez en la mano . La forma ciencia se transforma en magia .

UNA ESFERA ES UN POLIEDRO REGULAR DE INFINITOS LADOS , QUE SE CURVAN Y ALABEAN CON EL NÚMERO .

Un PUNTO , también es un poliedro regular de 0 lados . No tiene ningún lado , arista ni vértice .
La formula de EULER : " CARAS MÁS VÉRTICES = ARISTAS MAS DOS " . Se cumplen tanto ó más que en los otros CINCO , en su propia indefinición de cero e infinito . Ciencíficamente no existen los dos números CERO e INFINITO , PE.RO AMBOS SON MÁGICOS .

Nada hay más mágico que la bola ó esfera , ni nada más inexistente que el punto

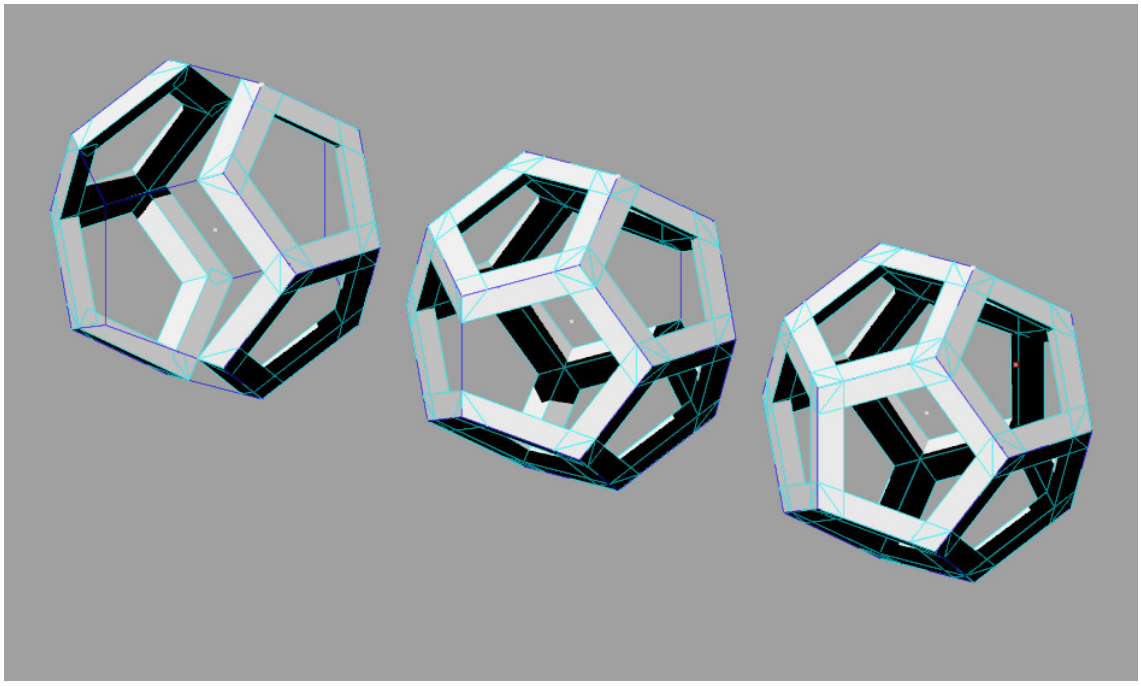
SON POR TANTO SIETE , LOS POLIEDROS REGULARES , que pueden corresponderse a los siete días de la semana . Dejamos al lector , pensar en su correspondencia y asociación .

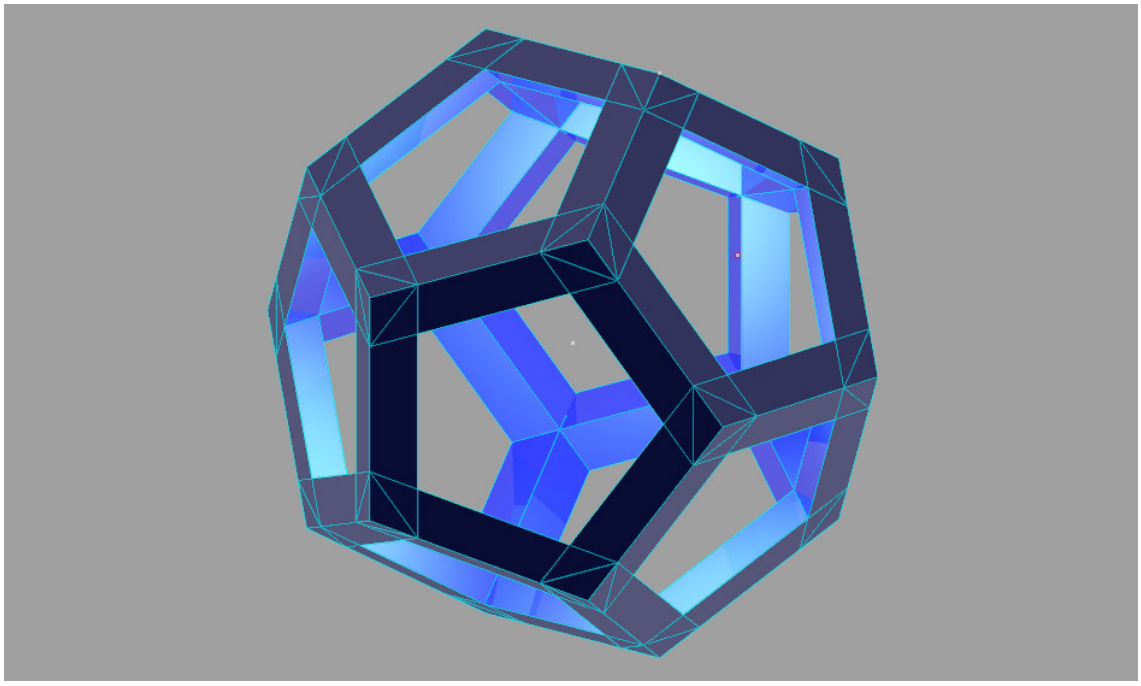
Esos cinco poliedros regulares llegaban a ser construidos con cartón , recordando su composición con caras poligonales regulares también . Llegaba a ser una proeza y síntomas de posibilidades tridimensionales , partiendo de la bidimensionalidad 2D de sus caras de cartón ó papel . Luego eran abndonadas ó depositadas en una estantería para siempre jamás : Nadie se atervía a tirarlas a la basura . Que hubiera pensado un indigente al encontrarse en la basura , semejantes joyas .

Con el ordenador y la era informática , han cambiado mucho las cosas . Existen programas que los crean sin ningún esfuerzo y por doquier . Redes de poliedros pueblan nuestras vidas y espacios y parece que comienza en serio su investigación , que puede ser el TODO .

Paccioli y Jemmnitzer , los estudiaron a mano , los trabajaron . Sus maravillosos trabajos y obras , eran tan laboriosas y al alcance de tan pocos , que solo fueron un reflejo de lo posible . Hoy dia con esas nuevas herramientas empezarán a entrar en sus verdaderas dimensiones No se puede pensar en una teoría de la forma (científica y mágica) sin su base y conocimiento profundo (que siempre será superficial , seguro) . Aquí aparecen casi como otras muchas cosas, de las que sin duda son parte esencial , pero es su forma humilde de aparecer y el lector será el encargado de ponerlas en su justo sitio .

Se les ha relacionado con los elementos FUEGO , AGUA , TIERRA , AIRE y CIELO . ya que para la ESFERA y el diminuto PUNTO (7) , no es necesaria la comparación , pues vivimos en una BOLA que es un PUNTO en el espacio . Cuando el ser humano descubra la realidad científico mágica de estos SIETE CUERPOS espaciales y sus infinitas relaciones y estructuras , es posible que la incógnita del TIEMPO se desvele totalmente para nosotros .

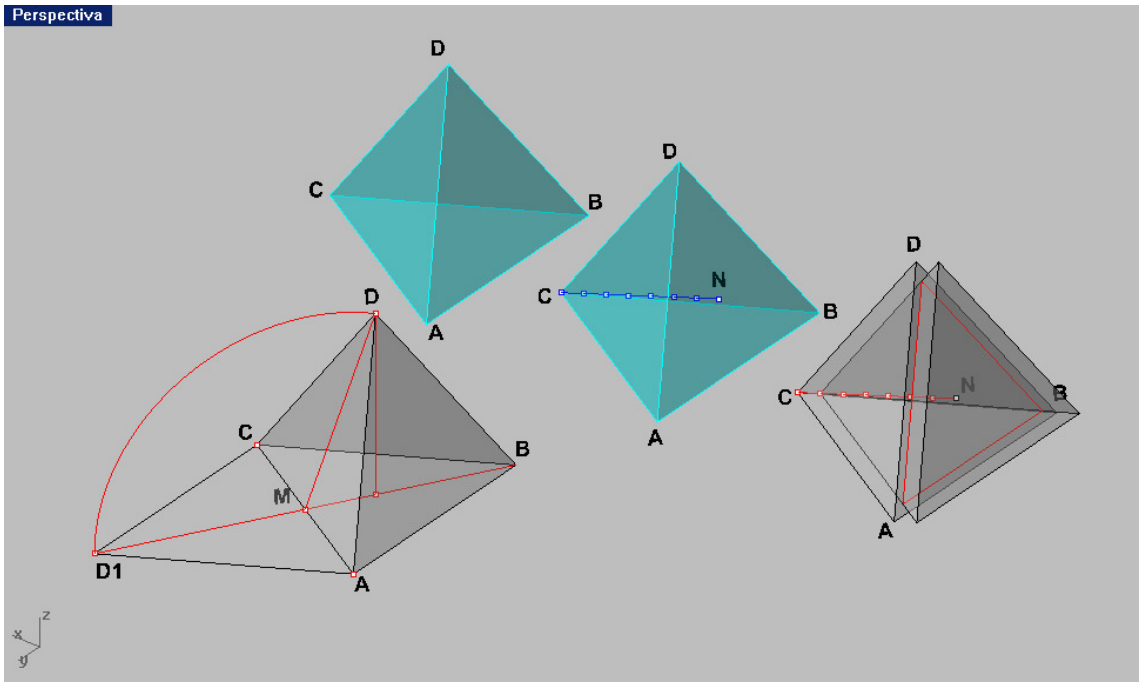




POLIEDROS REGULARES .

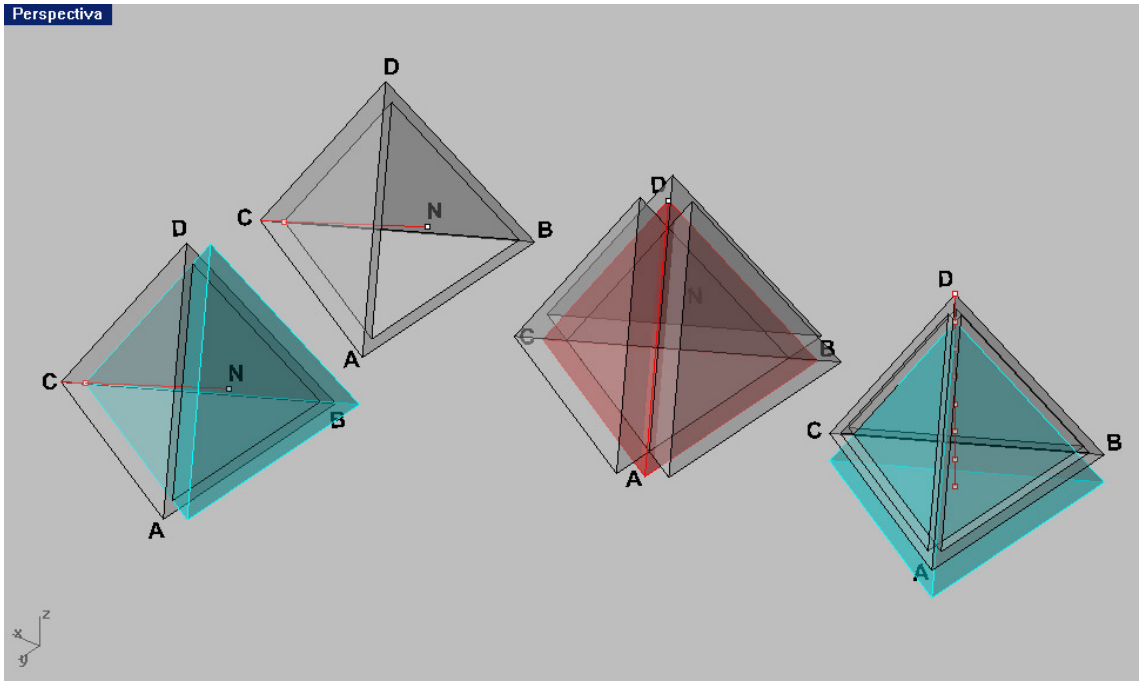
El conocimiento y construcción de los poliedros regulares , semirregulares y estrellados , ha llevado en muchas ocasiones , gran cantidad e intensidad de trabajos a innumerables investigadores , filósofos y geómetras , a lo largo de nuestra cultura e historia .

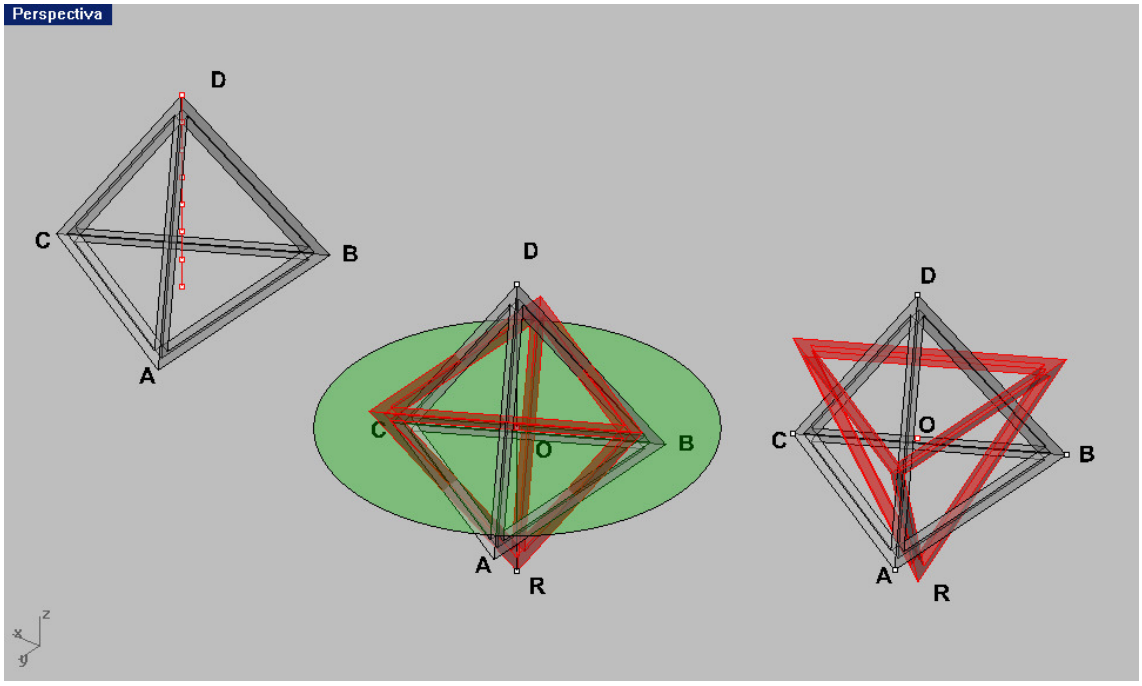
Lucca Paccioli , dedicó casi su vida a este tema , con maquetaciones y dibrmáticaujos , laboriosos de manera incansable . Hoy día con la informática y el ordenador , esta enormemente agilizado y automatizado . Existen programas dedicados a ello (HEDRA por ejemplo , ligado a 3Dstudio y otros muchos) . Parece que es un tema que por su facilidad de montaje , ha quedado relegado a su parte más elementalizada . Cuando se entra en este mundo , queda uno sorprendido de las enormes posibilidades de hoy en día .



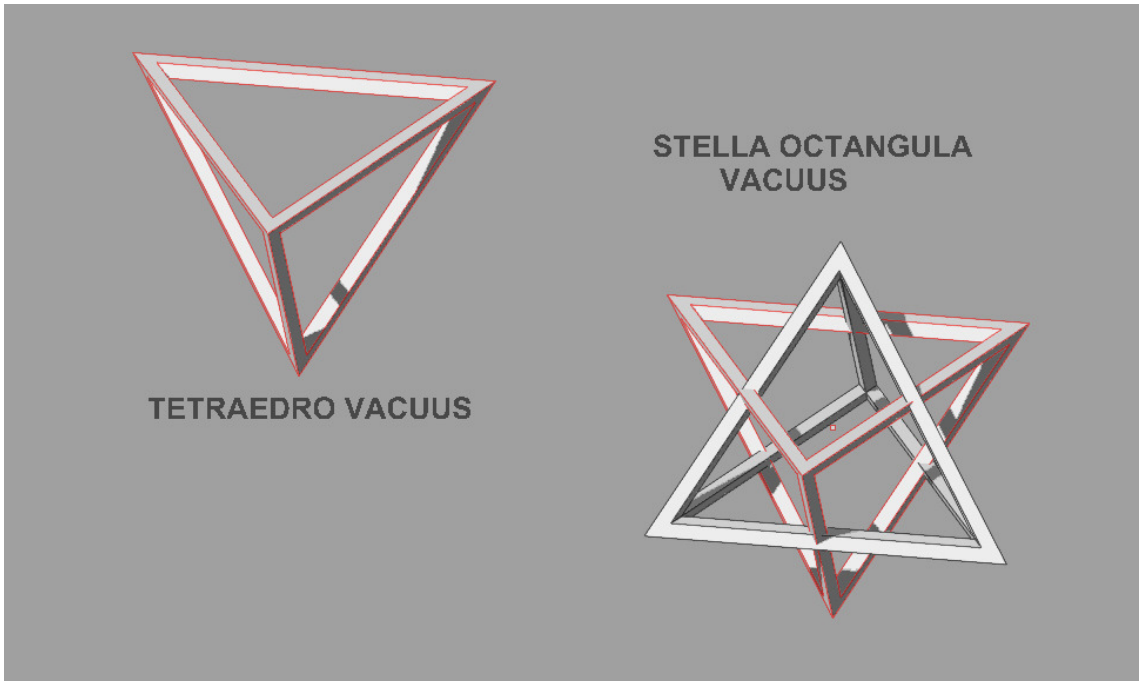
La construcción de los VACUUS (aristados) es un ejercicio completisismo al estudiante y de clara aplicación a la construcción de la Arquitectura .

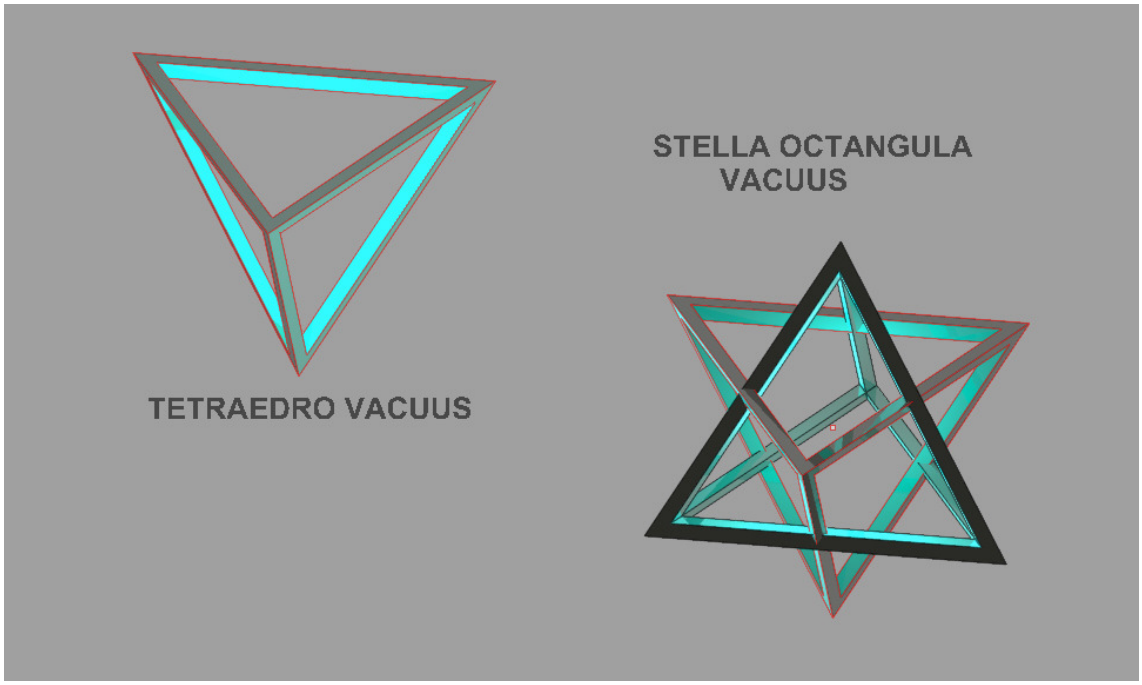
VACUUS DEL TETRAEDRO :



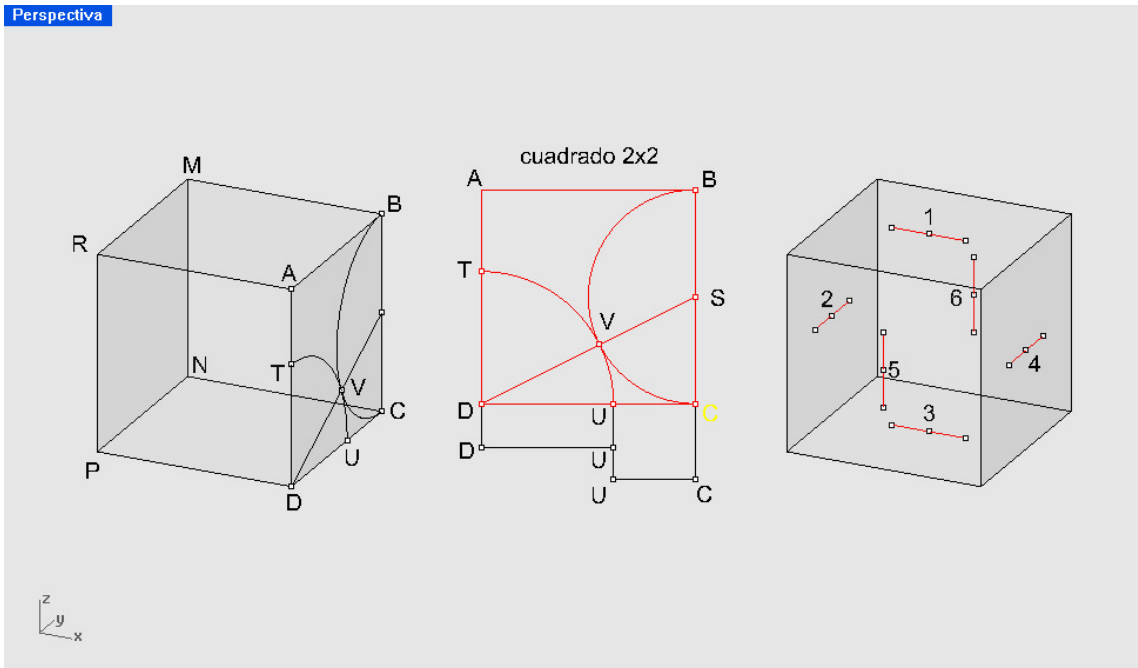


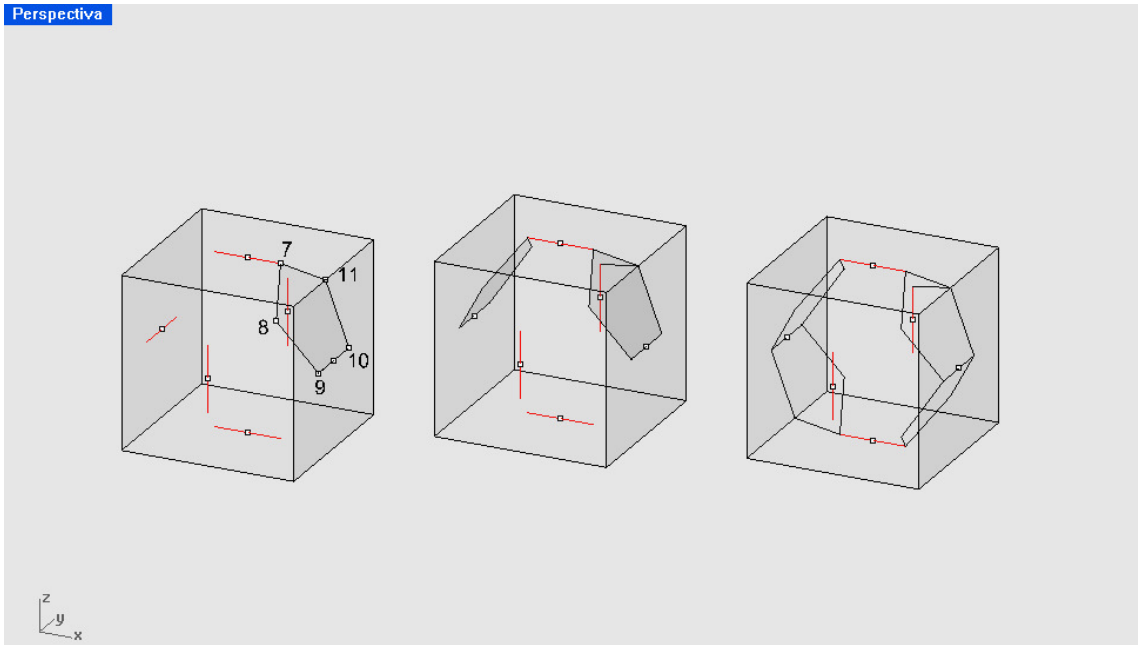
VACUUS DE LA STELLA OCTANGULA : a partir del tetraedro vacuus .

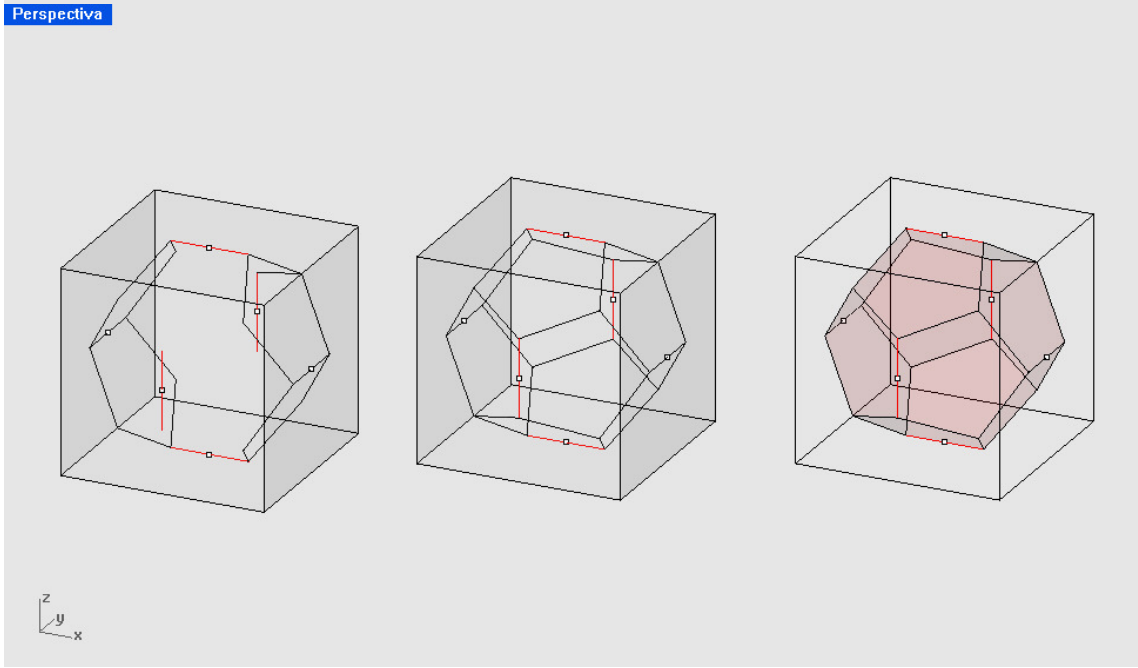


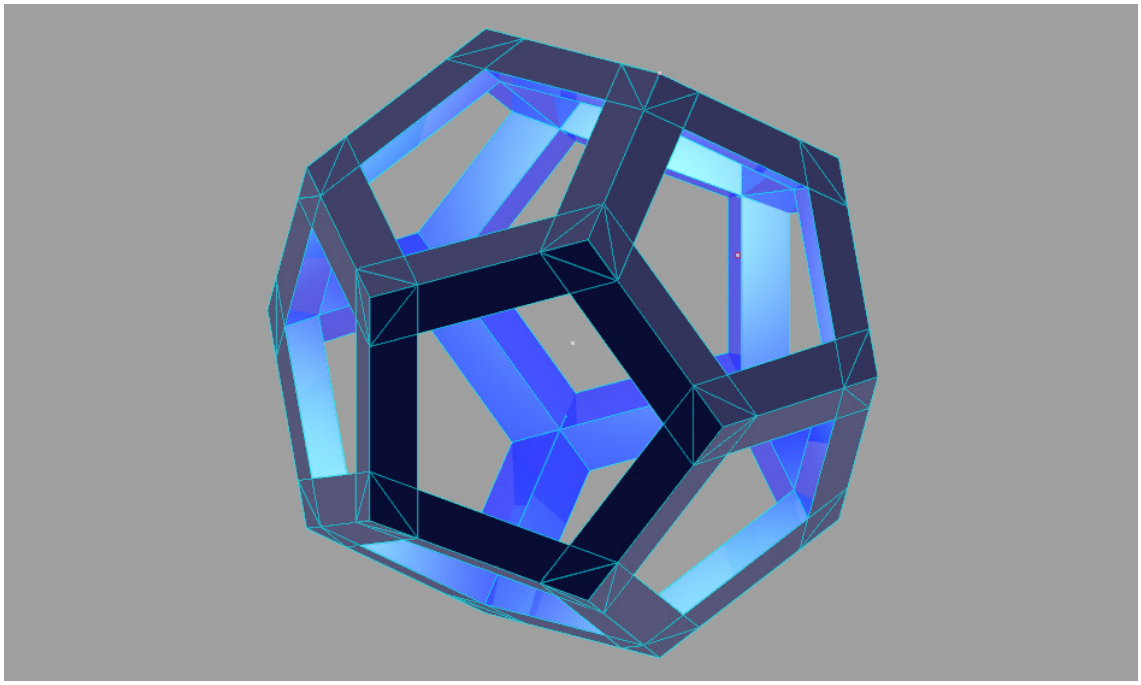


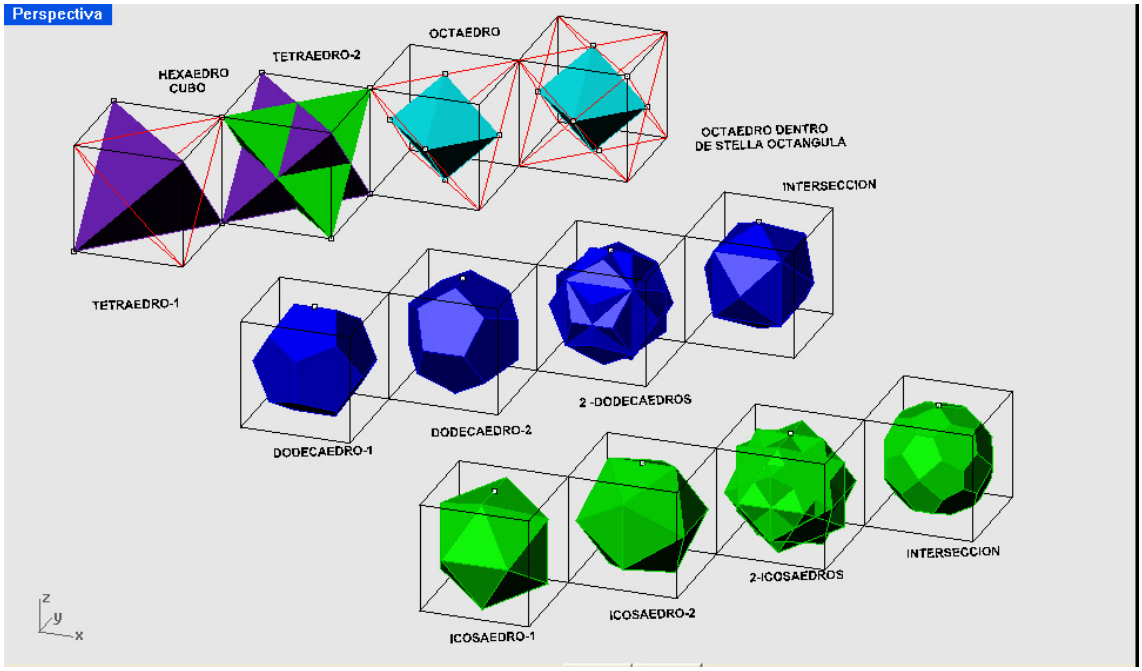
CONSTRUCCION DEL DODECAEDRO REGULAR INSCRITO EN CUBO .



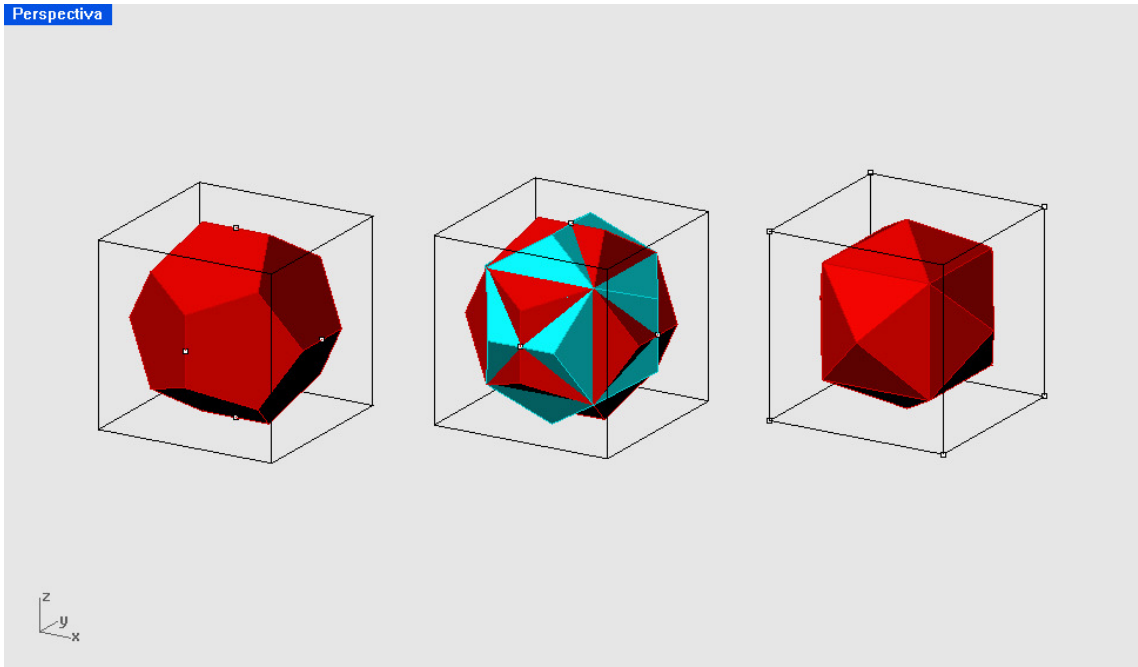

Perspectiva
7
11
8
10
9
z
y
x


Perspectiva
z
y
x



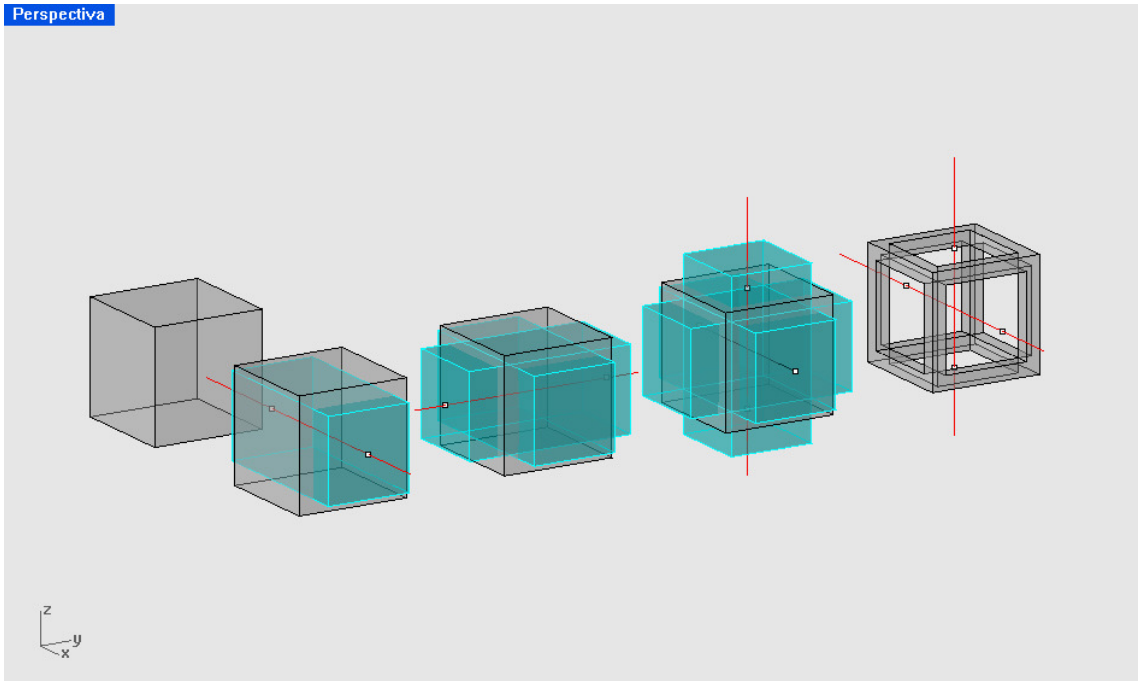


En un mismo cubo caben dos tetraedros girados 90 , que forman la Stella octangula , por suma de ambos . Su intersección es el Octaedro . Igualmente caben Dos DODECAEDROS y DOS ICOSAEDROS (solo un octaedro) . Por suma , resta ó intersección de sus volúmenes (booleanos) Tendríamos otros poliedros semirregulares .

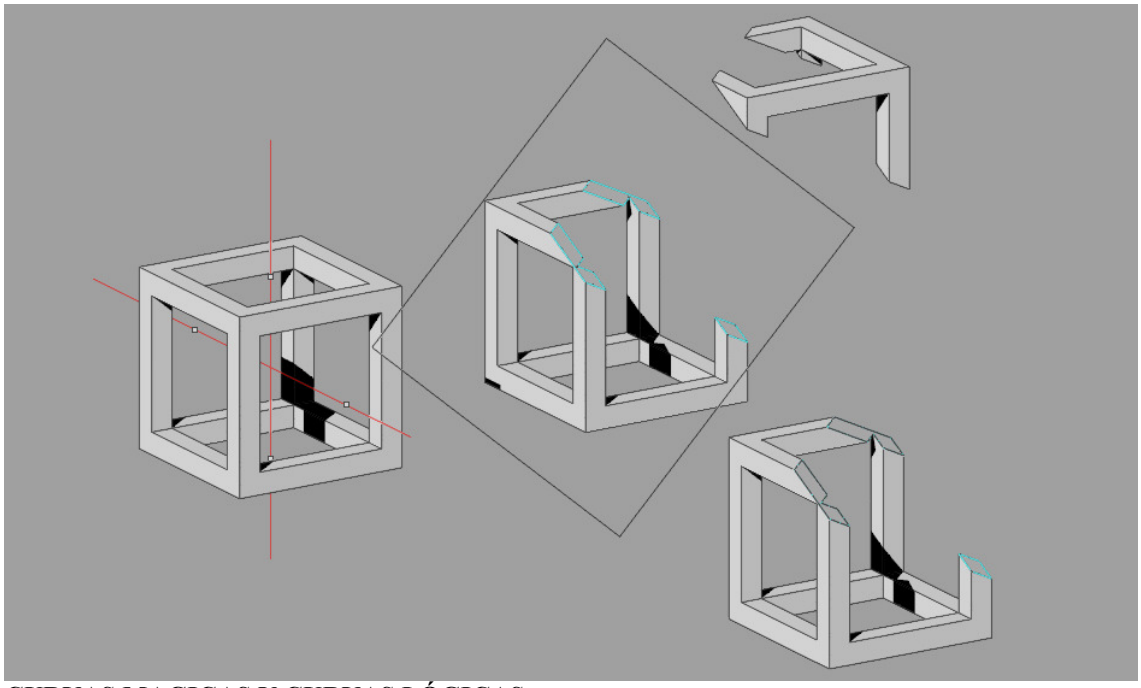


CONSTRUCCION DE UN CUBO VACUUS

.



Cortes planos del cubo Vacuus .



CURVAS MAGICAS Y CURVAS LÓGICAS

Lo mágico y lo lógico , quedó patente en una publicación de André Maurois , en su ingreso en la Academia Francesa . Este escrito quedó en suspenso , con una promesa incumplida , del autor de su continuación y desarrollo de tan importante tema .

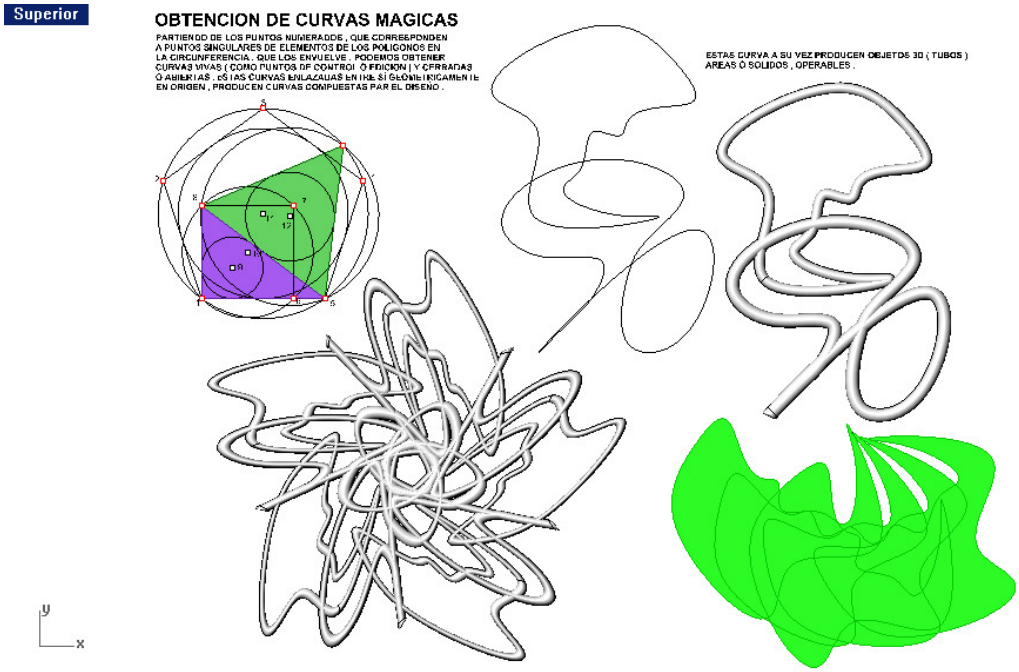
Para este autor , lo mágico y lo lógico , eran (si lo eran) diferenciables solo por sus porcentajes de participación , en otros dos conceptos , **arte y ciencia . Lo lógico ó científico era " deducible ó racionalizable " . Lo mágico era inspiración ó intuición . Es lo mismo , a diferente velocidad ó en diferentes circunstancias . Creo realmente que ambos son procesos similares , conscientes ó inconscientes . En lo mágico hemos querido incorporar a las musas y a procesos muy personalizados . En lo lógico , a lo deducible por su análisis y conocimiento razonado . Ambos nos son posibles , pero a unos los llamamos artistas y a otros científicos .**

Vamos a plantear sistemas de difícil catalogación :

Supongamos unas formas geométricas conocidas (ciencia) , asociadas y con una cierta estructura y relación (aunque no seamos totalmente conscientes de ello , ni poseedores de toda la verdad , sino parte de ella) . Las partes comunes ó afectadas de estas , **pueden fijar otras (por ejemplo sirviendo como puntos de control ó edición de otras) . A su vez estas nuevas serán base de transformaciones de otras finales .**

Científicamente , lógicamente ó razonadamente , estas últimas estarán relacionadas y serán consecuencia de las primeras (y sus bases) PERO SI EL PROCESO NO ES OBSERVABLE . PARA EL OBSERVADOR PUEDEN APARECER COMO MÁGICAS Y MUSADAS .

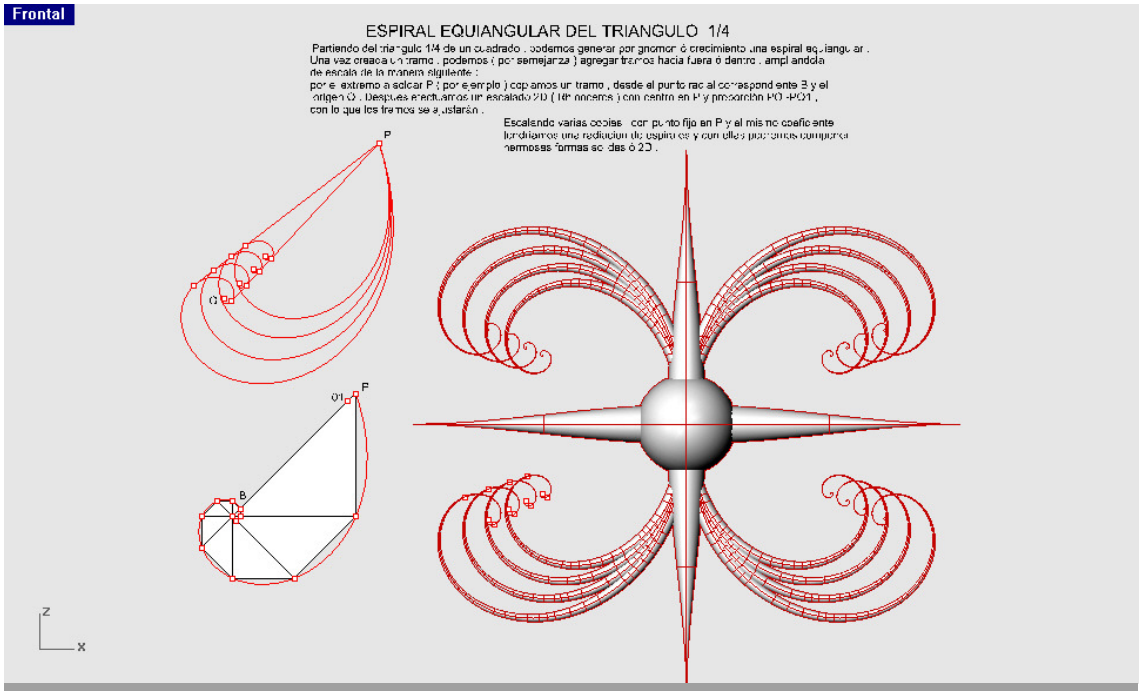
En las láminas siguiente aparecen estos procesos , eliminando los intermedios . El lector debe juzgar sus impresiones .

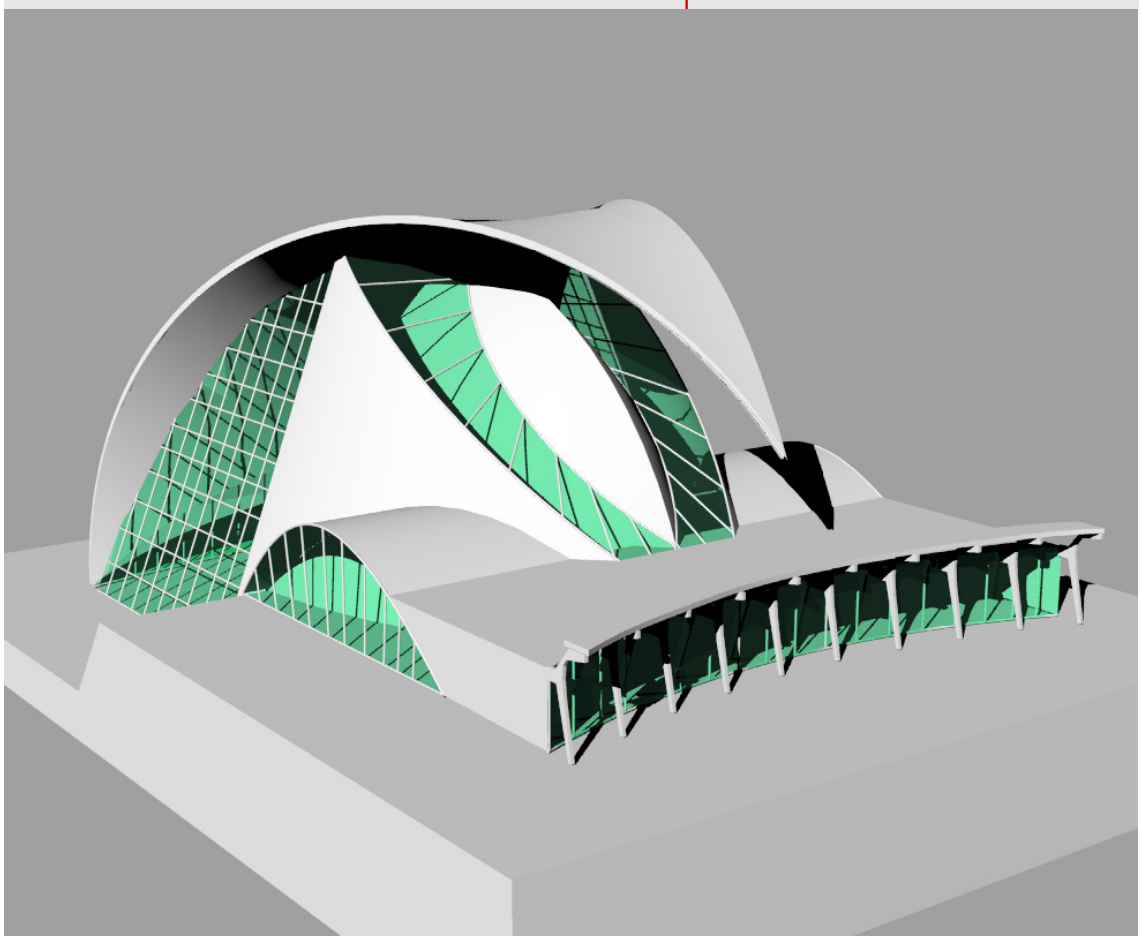


Lo anterior es parte y reflejo de lo expuesto hasta ahora .

Esto será más ó menos evidente , en función de el observador , sus conocimientos y facultades de analizar , sintetizar y también de las herramientas y medios utilizados .

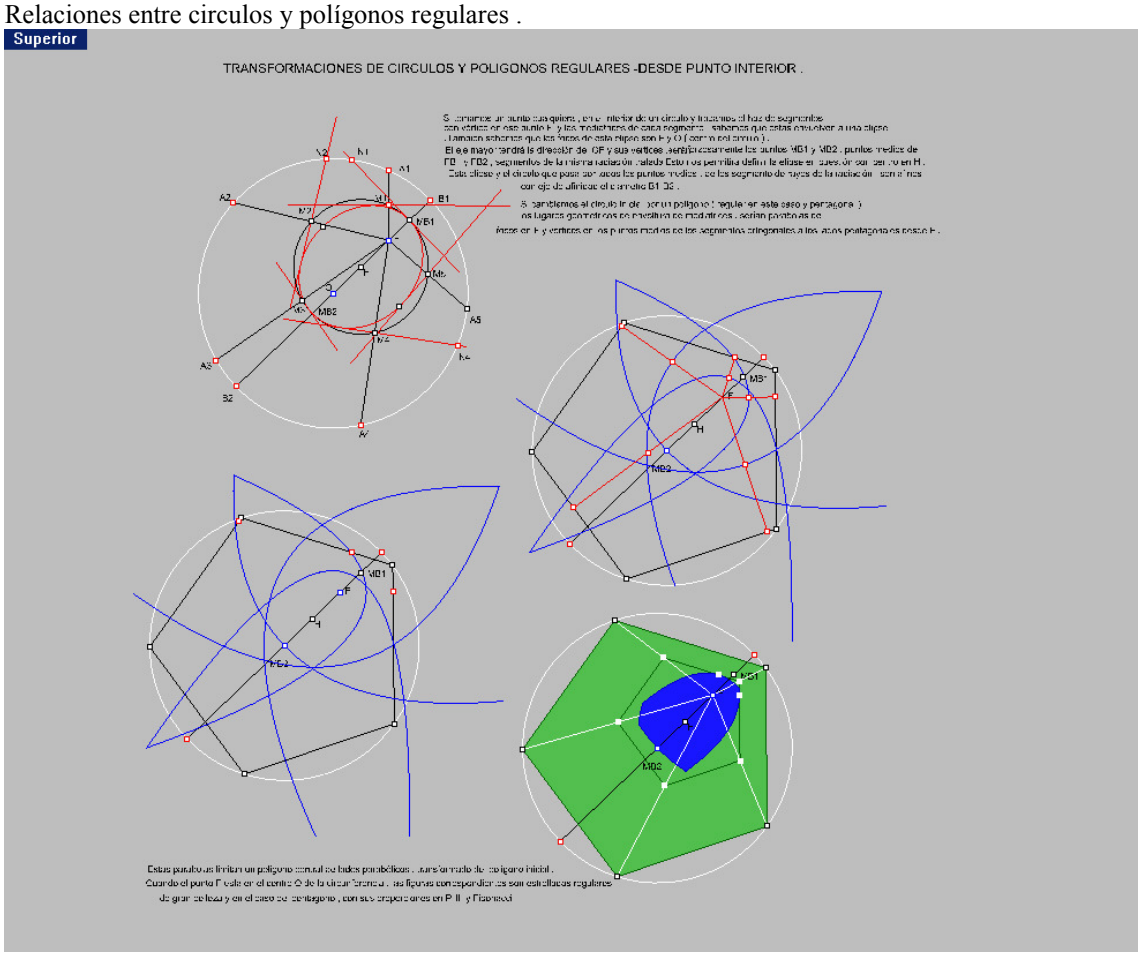
En unos casos , la humildad y seriedad , forzará la vanidad ó satisfacción de este " creador " .
En otros , los más frecuentes , servirán para el engreimiento y la marginación de los " otros " .
En algunos , por su asociación con lo desconocido y el más allá , aparecerán simbolismos , transcendencias y " religiones " , con sus dioses a imagen y semejanza nuestra y no de la verdad normalmente . Ciencia , Arte y Religión , nuevamente . Lógicos , mágicos y mesiánicos .





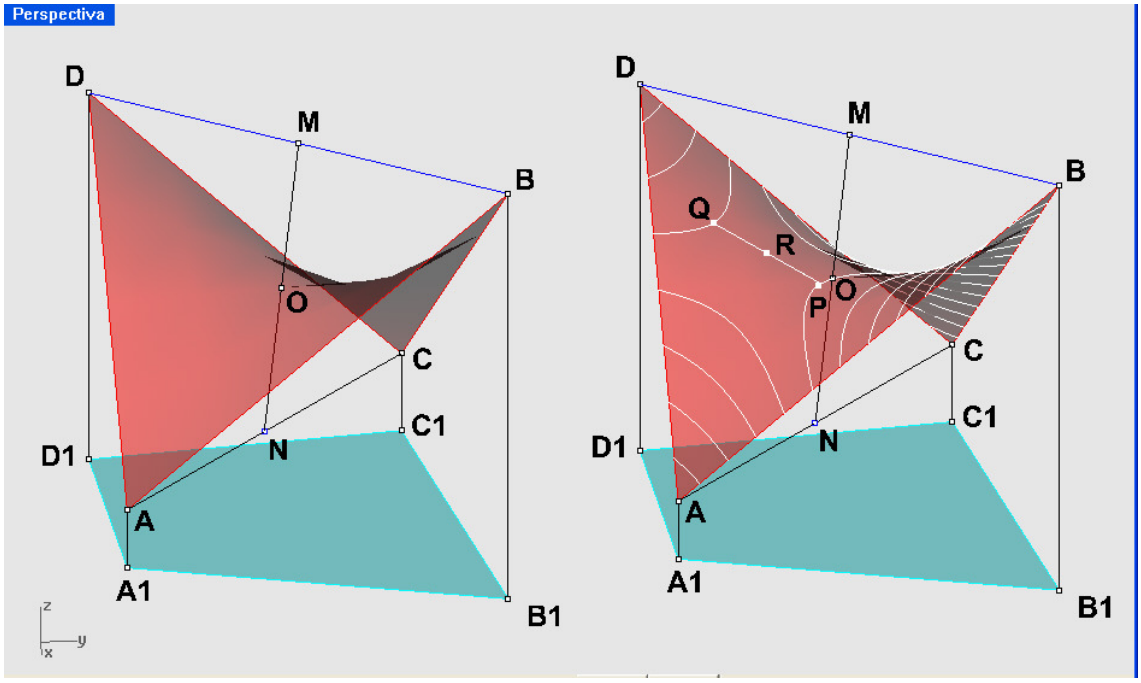
En lo Arquitectónico , al estar obligado a su componencial participación de los tres (deben ser equilibradas) , además de otras muchas cosas culturales (la Arquitectura es un HECHO eminentemente cultural) y otros factores no tan puros , cabe todo .

CIENCIA “ sin “ MAGIA
Relaciones entre circulos y polígonos regulares .

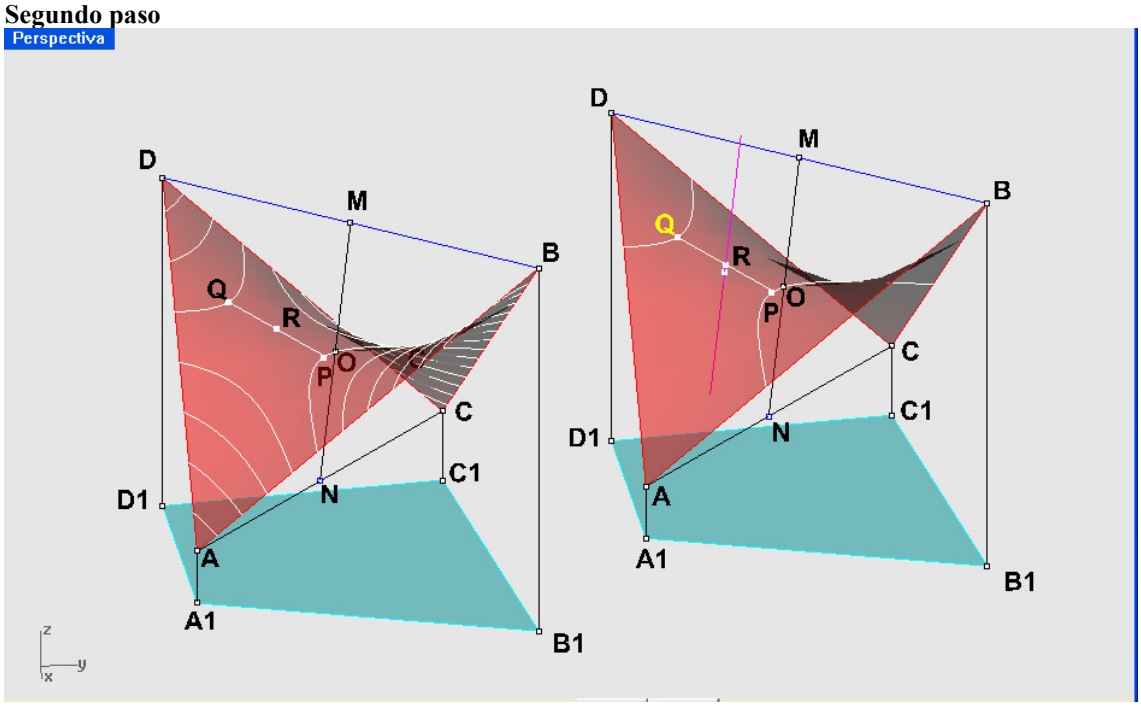


Determinación del eje y vértice de un Paraboloide Hiperbólico , definido por un Cuadrilátero alabeado .

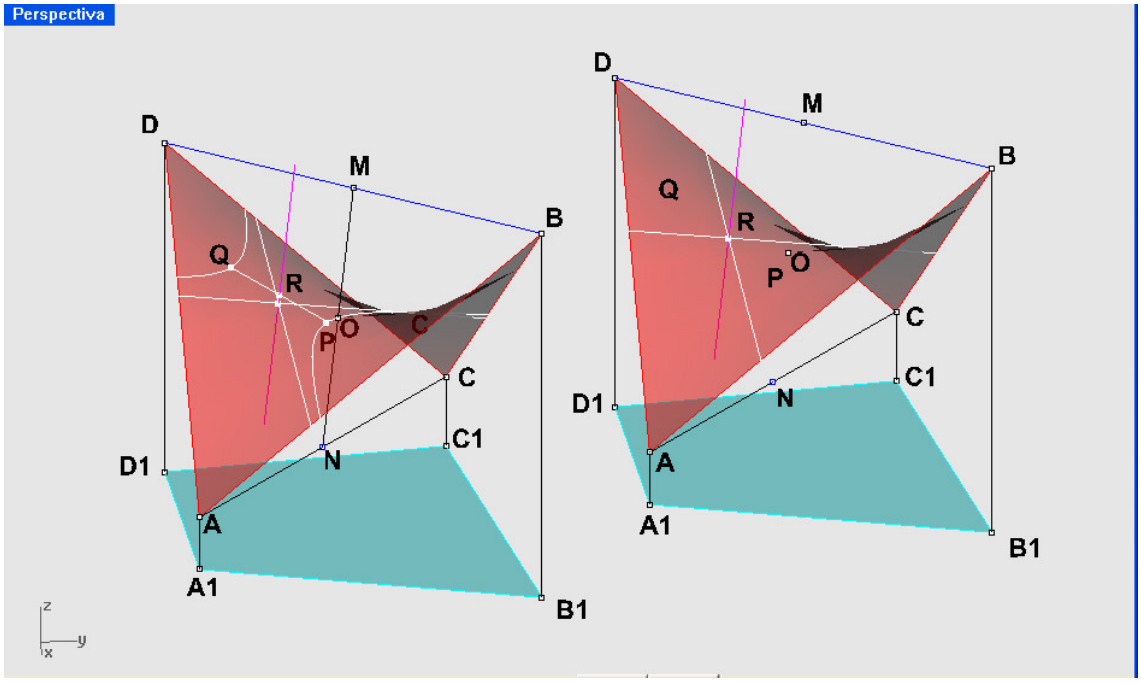
Primeros Pasos



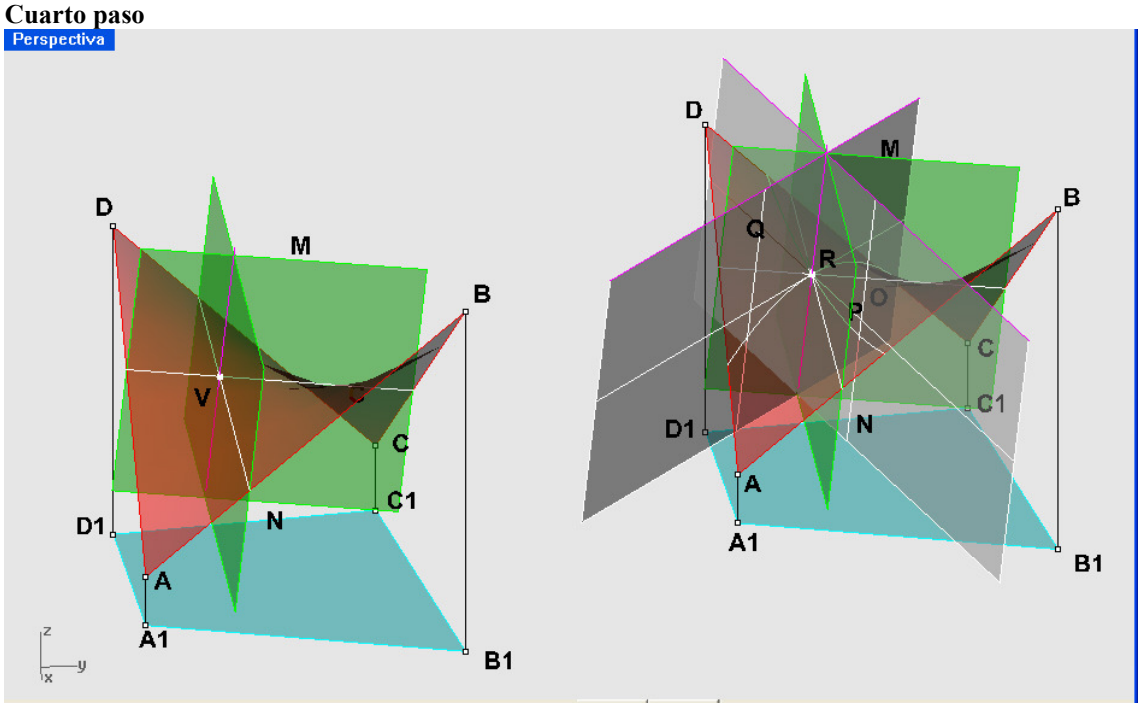
Segundo paso



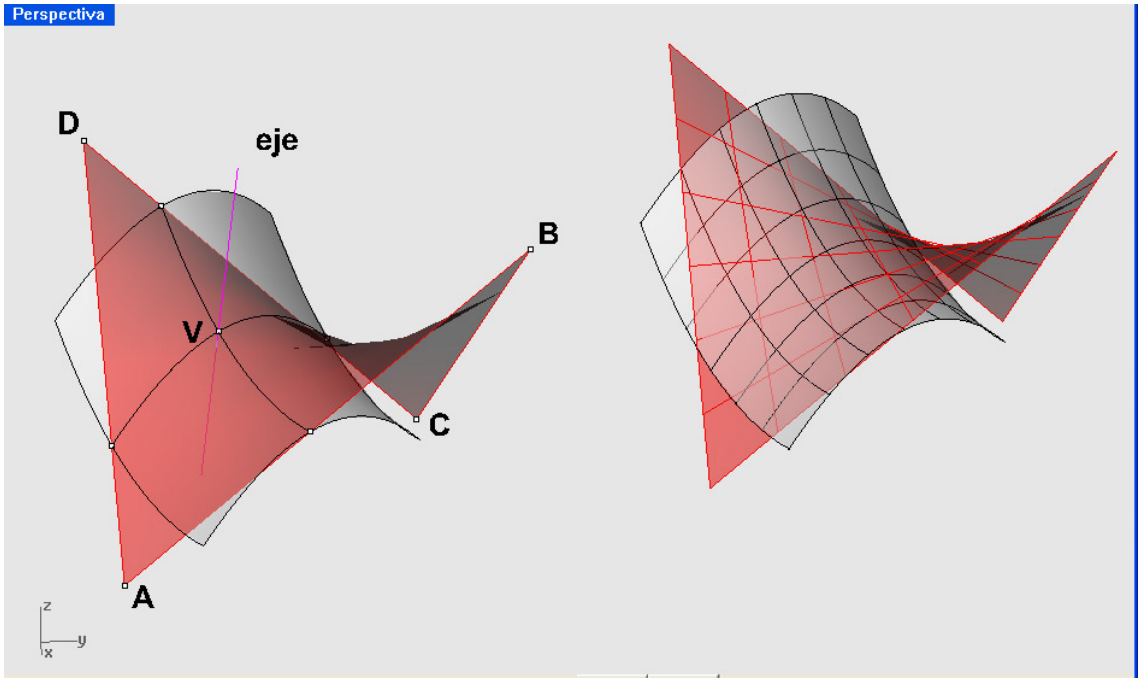
Tercer paso



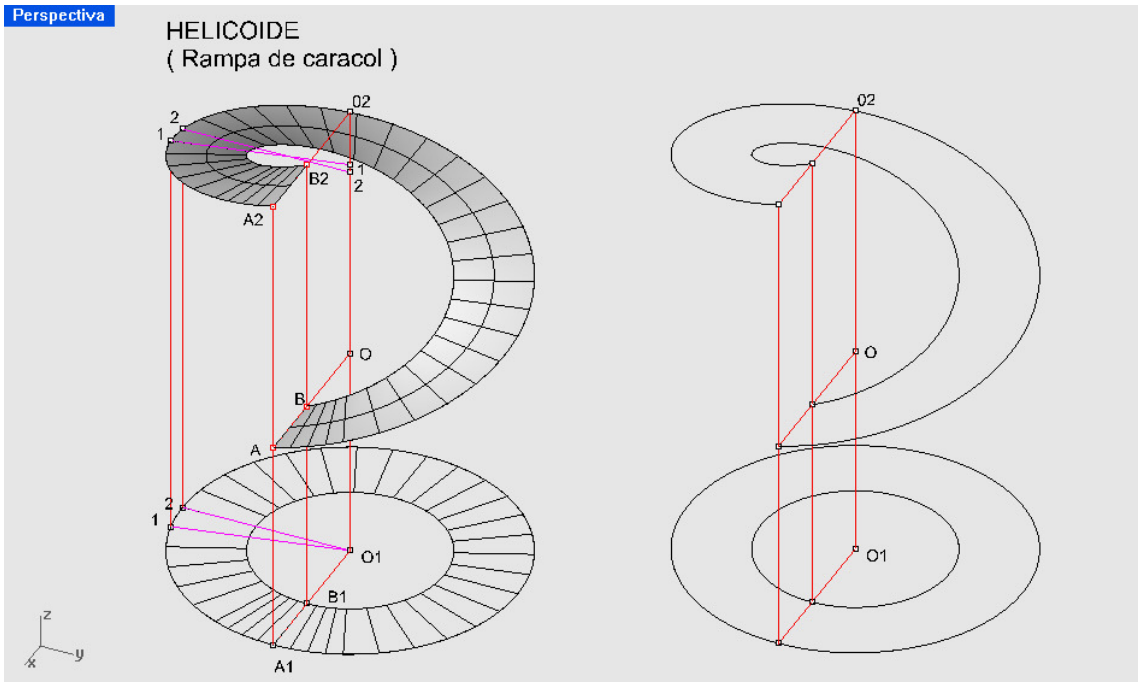
Cuarto paso

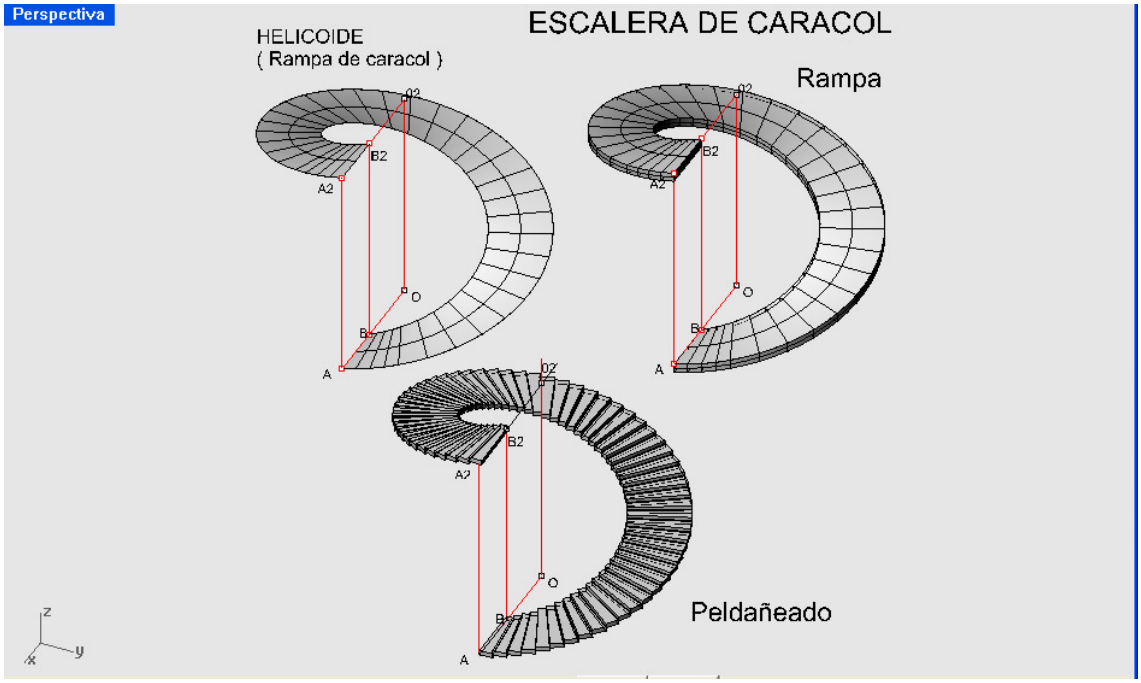


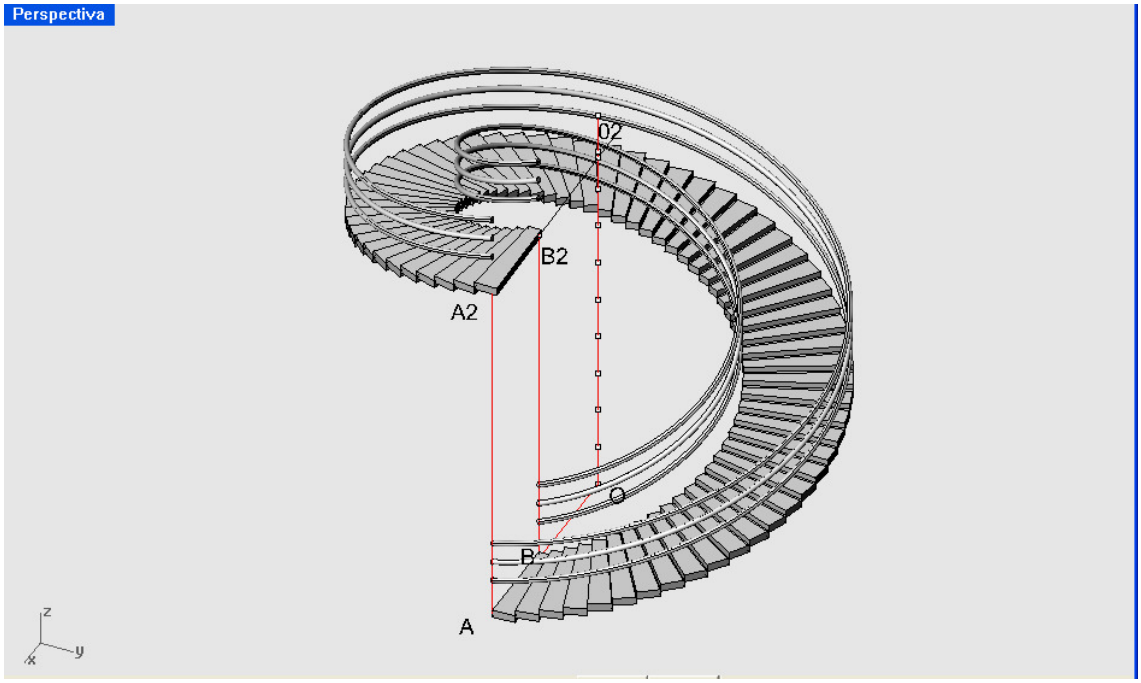
Confirmación de Superficies obtenidas con rectas ó parábolas .

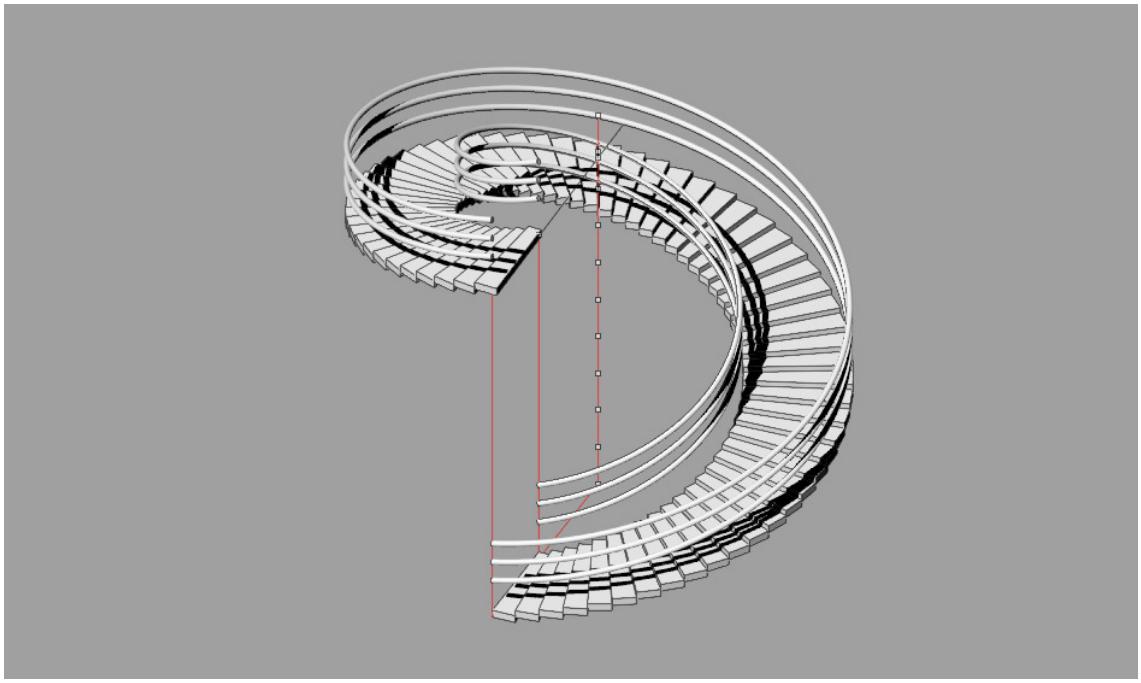


Logia y magia , equilibradas de alguna manera :
Escaracoleos .

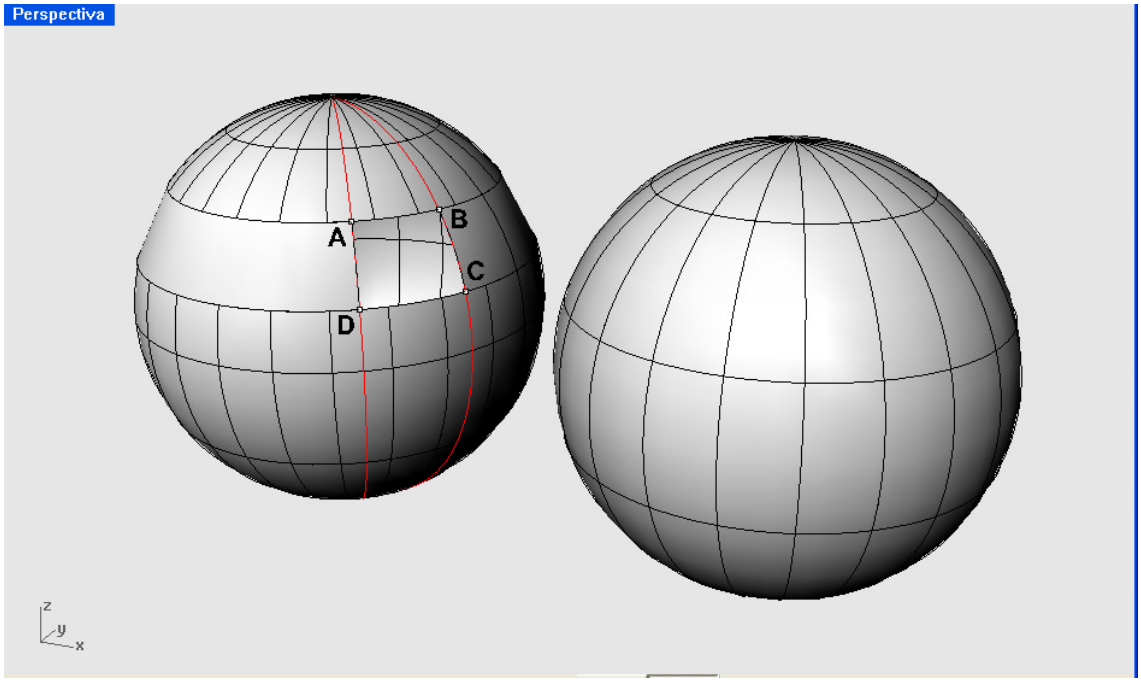


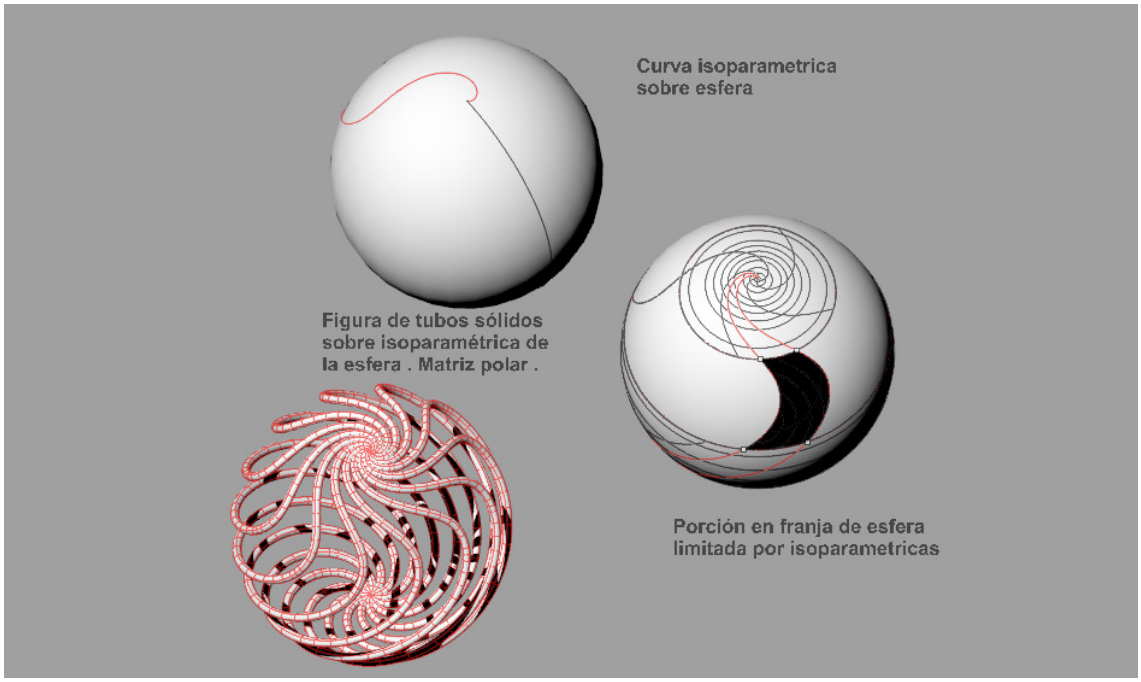

Perspectiva
ESCALERA DE CARACOL
HELICOIDE
(Rampa de caracol)
Rampa
Peldañeado
O2
B2
A2
O
B
A
z
y
x

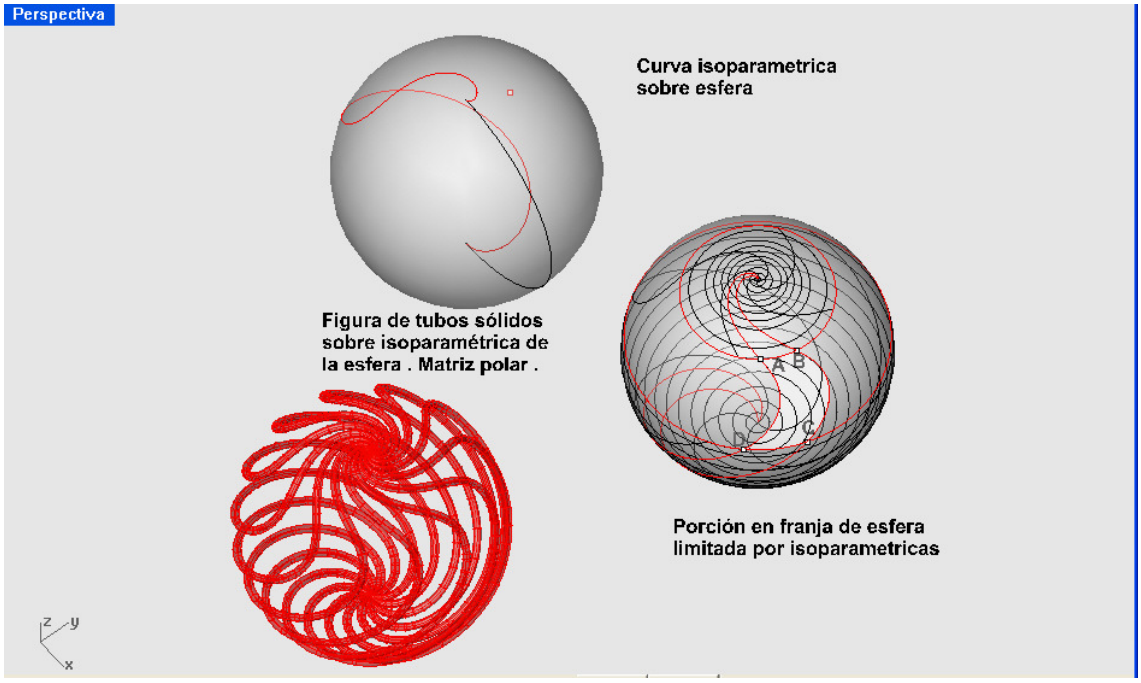

Perspectiva
O2
B2
A2
O
B
A
z
y
x

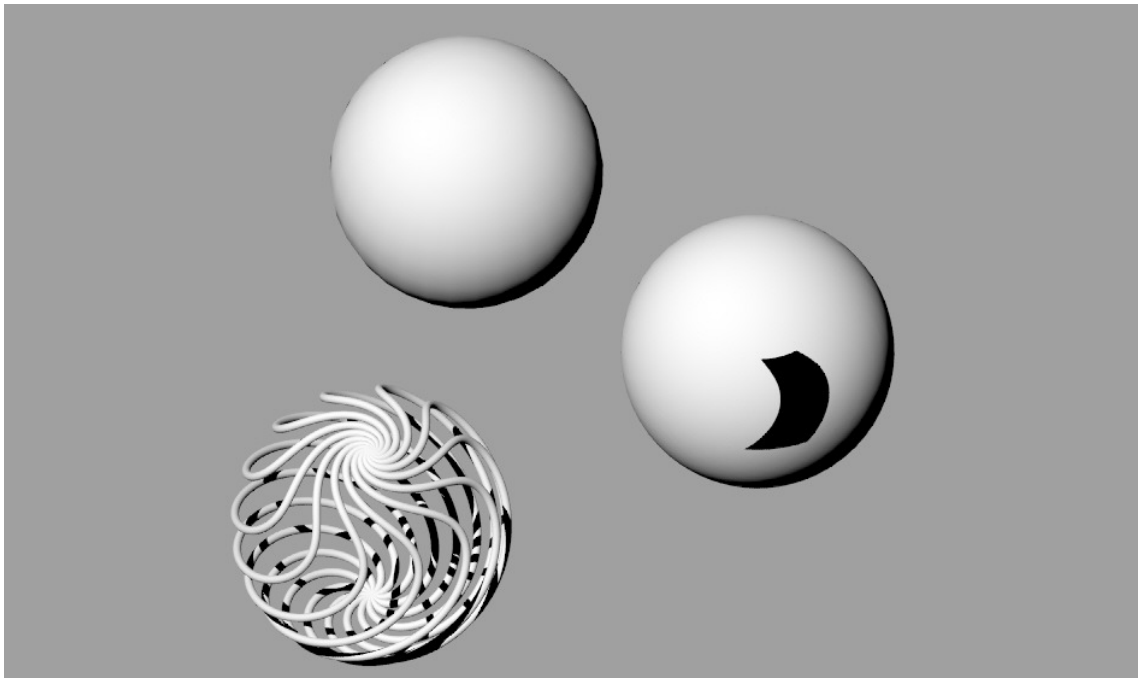


Las magias , comienzan a desequilibrar sobre lo lógico .
Curvas isoparametricas y sus formas .

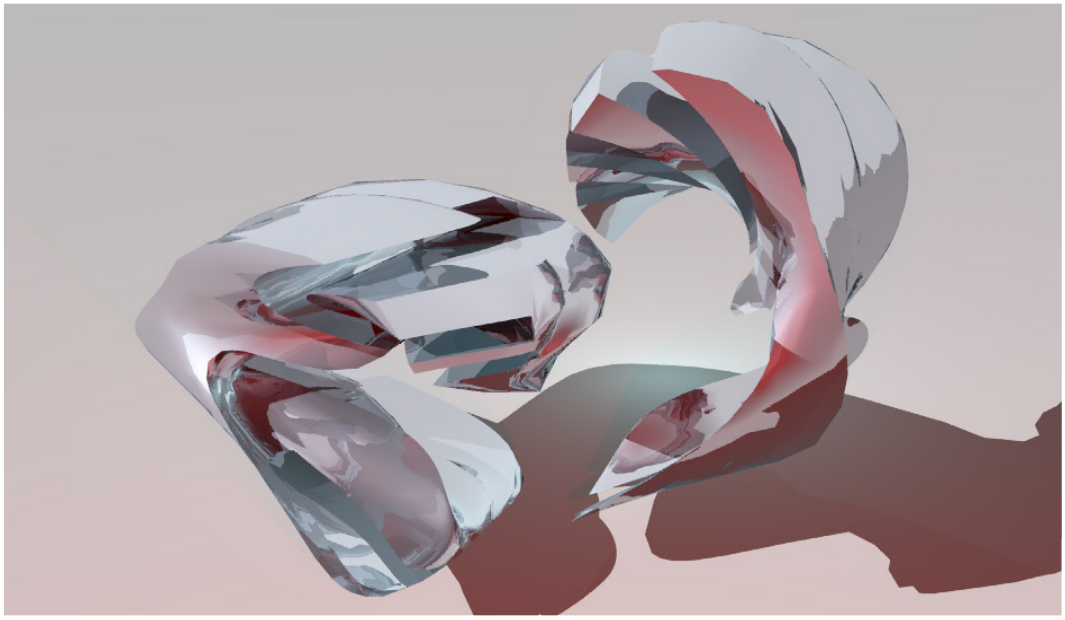

Perspectiva
A
B
C
D
z
y
x


Curva isoparametrica
sobre esfera
Figura de tubos sólidos
sobre isoparamétrica de
la esfera . Matriz polar .
Porción en franja de esfera
limitada por isoparametricas

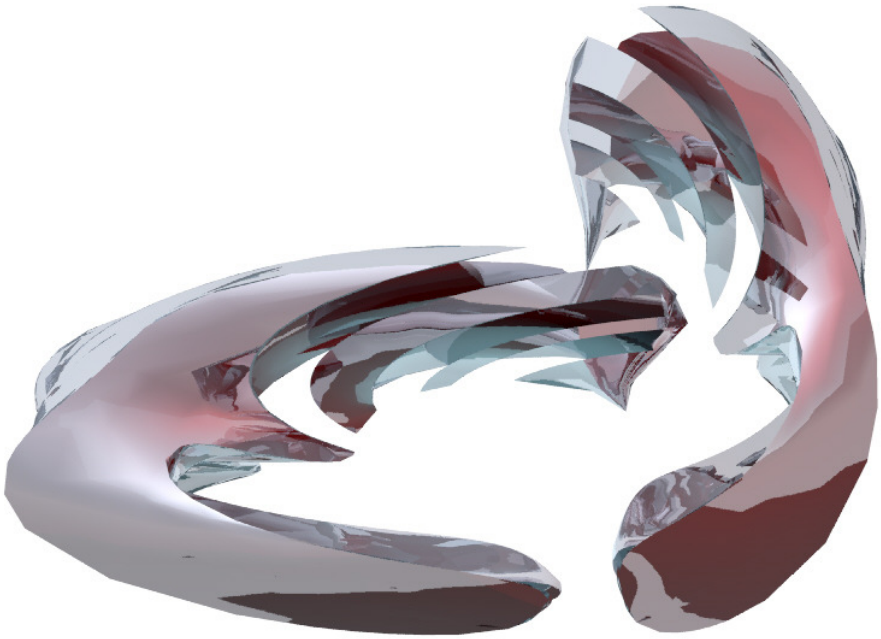

Perspectiva
Curva isoparametrica
sobre esfera
Figura de tubos sólidos
sobre isoparamétrica de
la esfera . Matriz polar .
A
B
C
D
Porción en franja de esfera
limitada por isoparametricas
z
y
x

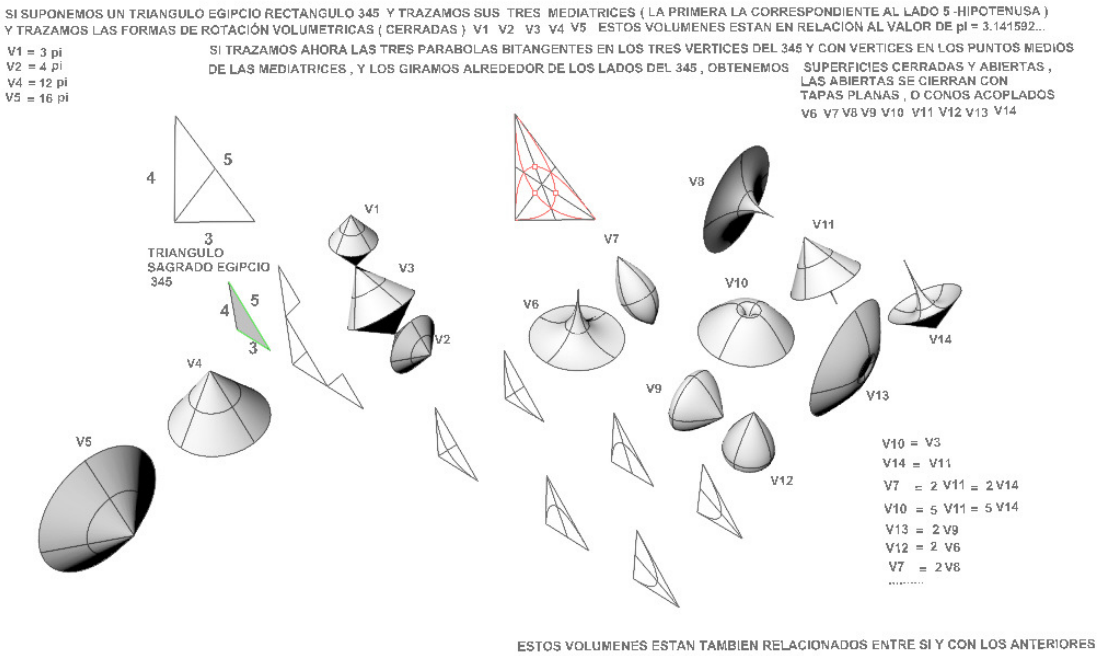


Lo mágico esconde lo lógico y enaltece el otro yo .



Sin embargo allí está lo básico , lo superlógico y lo primi – lógico ó realidad .

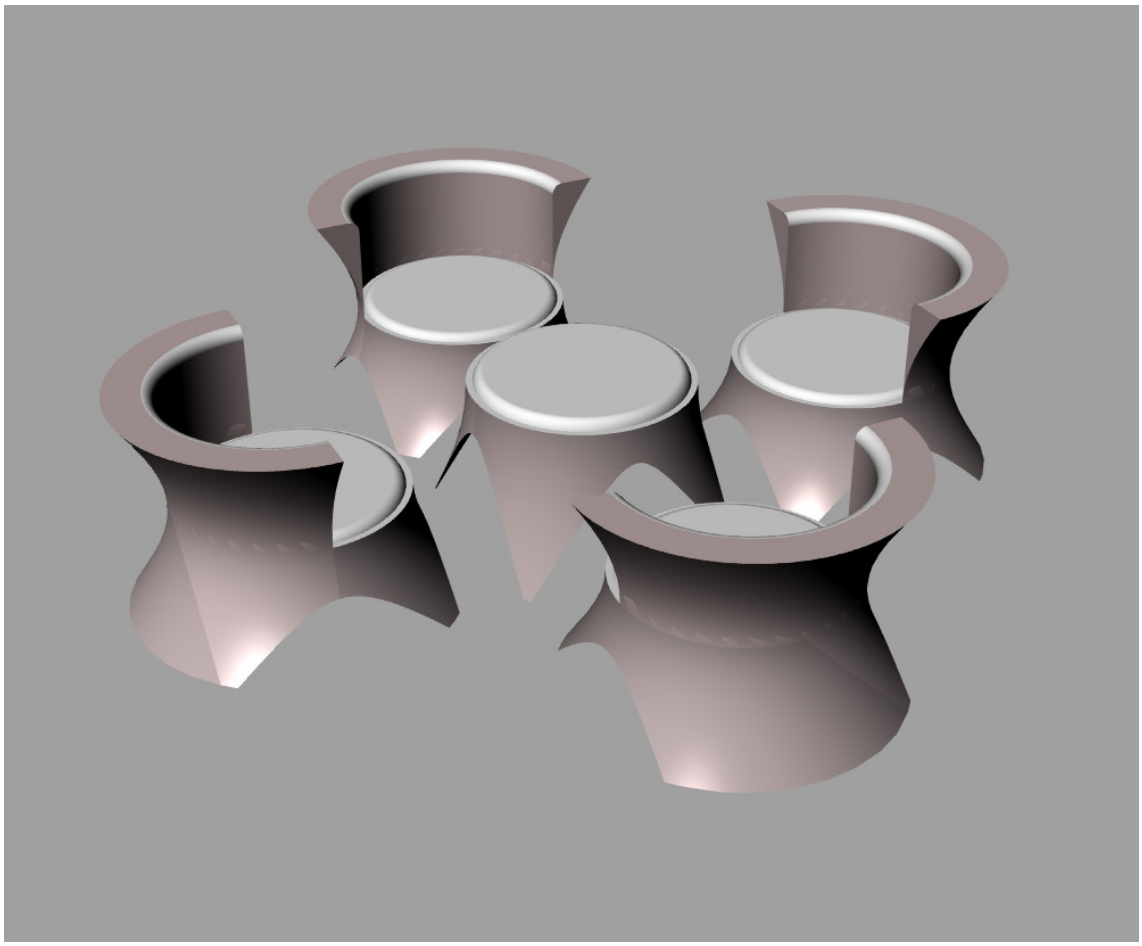




Conjunto de formas obtenidas del triangulo 345 y sus curvas por puntos de control cerradas y abiertas . El proceso es puramente científico , pero las formas obtenidas participan de cierta magia y se coherentizan entre sí , componiéndose armoniosamente .

En otros casos , se pasa demasiado rápido de la ciencia – lógica a lo mágico artístico y confunde las cosas .

Muebles en hiperboloides de revolución .



En cierta ocasión en Barcelona , con un compañero que nunca entendió la anterior , al pasar por un edificio donde trozos de cubos colgaban a diestro y siniestro en la fachada , me dijo :

….. tu que eres Arquitecto y geómetra , te encantarán estos edificios geometrizados ...

Yo le dije , que era horrible , que lo que admiraba eran las geometrías de Gaudí , donde no aparecían rectas ni cubos , pero que no era ese el motivo . Gaudí como en muchas ocasiones repetiremos REGLEJABA LO NATURAL Y SU GEOMETRÍA , no colgaba dodecaedros ó cubos del techo , paredes ó en el suelo , sino expresara algo natural . Mucha gente cree ver rectas en el cuerpo humano , pero NO HAY NINGUNA . Los ejes No son tales rectas , los puntos simplemente son focos y las simetrías lo son de la más imperfectamente bellas posibles . La simetría perfecta no existe en la naturaleza , solo son reflejos posicionales . Si se intenta ver un triangulo en el cuerpo ó una cara superficial , puede perderse uno en otra irrealidad . No existen mallados triangulados , existen superficies curvadas , a la vista y al tacto . Estos muebles tallados en unos hiperboloides de revolución reglados NO EXISTIRAN REALMENTE EN SITIO ALGUNO y menos en un mundo de las ideas . Pueden ser un producto humano que se venda (de vendado ó de vendido), pero aquí se acaba todo .

DIVERSOS EJEMPLOS DE DISEÑO :

En las siguientes láminas , se presentan diversos ejemplos de actuación , bajo la metodología presentada .

Debemos admitir al menos dos maneras de proceder :

A- Diseño partiendo de primitivas existentes básicas .
B- Diseño a partir de líneas y su paso a superficies , mallas ó solidos .

Después se iran introduciendo otras vías .

A- Diseño partiendo de primitivas existentes básicas .

Todos los programas informáticos de diseño , tienen un menú de formas primitivas en superficies , sólidos ó mallas . Desde el punto de vista de la Arquitectura y su construcción , desde la antigüedad se han ido tomando formas básicas , que han ido después transformandose en otras más complejas . De la construcción ADINTELADA , por superposiciónde elementos (soportes y vigas) , que transformó las de simples superposiciones (dolmenes , falsas bóvedas etc) más primitivas , fueron evolucionando hasta llegar al juego de soporte y dintel . Solo las limitaciones por rotura del material petreo hizo aparecer las hibridas de piedra en muros y pilastras y las vigas de madera (obtenidas directamente de los troncos arboresos) . El sistema adintelado , facilitó gran número de aplicaciones y las formas ortoédricas (cajas) Conllevaron a justificar constructivamente este sistema , que además era justificado por la verticalidad y horizontalidad entre suelos y techos , con paredes de cerramiento . **La caja , box , ortoedro , apareció y sigue utilizandose .** Apareció luego el arco y después la boveda de cañón , por sus reiteración y trabado . **Cilindro circular ó Conos , se incrementaron y con ellos las bóvedas cilindricas y conicas .** Mas tarde apareció la **esfera . Después se incrementaros las cuádricas regladas curvadas (Paraboloides e hiperboloides) .** Los arcos parabólicos y catenarias etc .. Todos ellos tienen su momento de aparición , su momento de gran utilidad y sus altibajos . Después aparecen las **superficies libres , nurbs , etc , que hoy día aparecen en cualquier programa que se aprecie .**

Bién entre todas estas , básicamente están en todos estos programas LAS PRIMITIVAS . Cajas u ortoedros , prismas , pirámides , conos , cilindros , esferas , elipsoides , paraboloides e hiperboloides , etc . Aparacen en superficies , sólidos ó mallas , con distintos grados de operatividad e interacción geométrica entre ellos . Su palicación puede parecer RIGIDA y acorsetada , SI SE UTILIZAN TAL Y COMO SON . Pero puede ser libre sugerente e incluso no ortopédica , si se tienen medios de TRANSFORMACION . Su uso , tiene unas ventajas , que también tenían en sus históricas aplicaciones . Estas pueden plantearse en los siguientes puntos :

A01- Estas formas estan perfectamente estudiadas GEOMETRICAy científicamente hablando . Su uso por tanto , garantizan los resultados . Utzon tardo más de quince años en acabar su opera de Sidney . Solo lopudo hacer , hasta que la ciencia geométrica posibilitó la realización material de sus ideas . Hasta ese momento el celebre arquitecto , prácticamente había resuelto con cajones (boxes) sus ideas . Desde ese momento su arquitectira cambió drásticamente .

A02- Esas primitivas gozaban de proporciones desde su nacimientos y las formas obtenidas por sus transformaciones (generalmente proyectivas) las mantenían (formaban grupos y familias) . El aspecto compositivo (tan importante a lo largo de nuestra historia) quedaba garantizado de oprigen , siempre y cuando estas TRANSFORMACIONES las mantuvieran .
Los apectos compositivos , de estilos , proporciones o crecimientos y fractalidades , por tanto , quedaban incorporados a nuestro diseño . Siempre y cuando estas transformaciones se conocienran y practicáran . Es demasiado frecuente el hacerlo a capricho , instintivamente , ó a total y a locas , por su desconocimiento ó falta de formación . De aquí la importancia en las fases de aprendizaje , preparación ó formación .

A03- Todas estas operaciones , transformaciones , generación y manejo , ESTAN INCLUIDAS en los programas informatizados y son realizadas con automaticidad y facilidad , pudiendo ser observadas , controladas y rehechas , además de almacenadas y gruardadas , con capacidades realmente increibles .

Podríamos añadir otras muchas cuestiones y razonamientos , pero creemos que solo con estas tres expuestas , ya es suficiente .
B-Diseño a partir de líneas :

Este método , donde el DIBUJAR , era necesario , conllevaba el DIBUJO y su manejo , antes de la posibilidad de hacerlo informáticamente . Aquellos creadores , que sabín dibujar , evidentemente tenían una facilidad para crear . Si además tenían un sentido común " espacial " , todavía mejor , pero los que no dibujaban ni lo tenían , DEBÍAN ADQUIRIRLO . **Esto conllevaba un periodo previo de parendizaje , control y manejo , que a más de uno le traería malos y dificultosos momentos , sinó abandonos y frustraciones , n momentos transcendentales de la vida , con perdidas de tiempos en el mejor momento .**

Algunos tenían evidentes ventajas y sus dificultades se torcían por otros caminos . También , no pocos confundieron el DIBUJO y su arte con el espcio y sus formas arquitectónicas . o con la arquitectura en si misma y esta facilidad para el dibujo , NO CRISTALIZÓ EN BUENA ARQUITECTURA .

Con con,la mano , se idearon muchas cosas . Cos sus líneas se tridimenisonalizaros muchas más . El manejo cientifico y normalizado de este lenguaje , trajerón a la Geometría Descriptiva y otras geoemetrías . Realmente la **línea , más que el plano ó superficie , crearon muchas formas y se estudiaban proporciones , composiciones y estilos , que eran más propios de las curvas , que de las formas 3D .**

También vamos a ver ejemplos de esta manera , pero nos inclinaremos más por la anterior de primitivas . El camino seguro y justificado , es de menor riesgo , para el que aprende y enseña . El otro para el que posée, sin saberlo ni agradecerlo (solo para marginar al que no lo tiene y aprovecharse de este , egoistamente , sin solidaridad alguna) facilidades que no se pueden justificar y que acrecentan el ego .

Vamos por tanto a exponer el primer camino , aunque también aparecerá el segundo , de algunos privilegiados sin saber el pro qué , que suele degenerar en faltas de consideración ó caridad al menos .

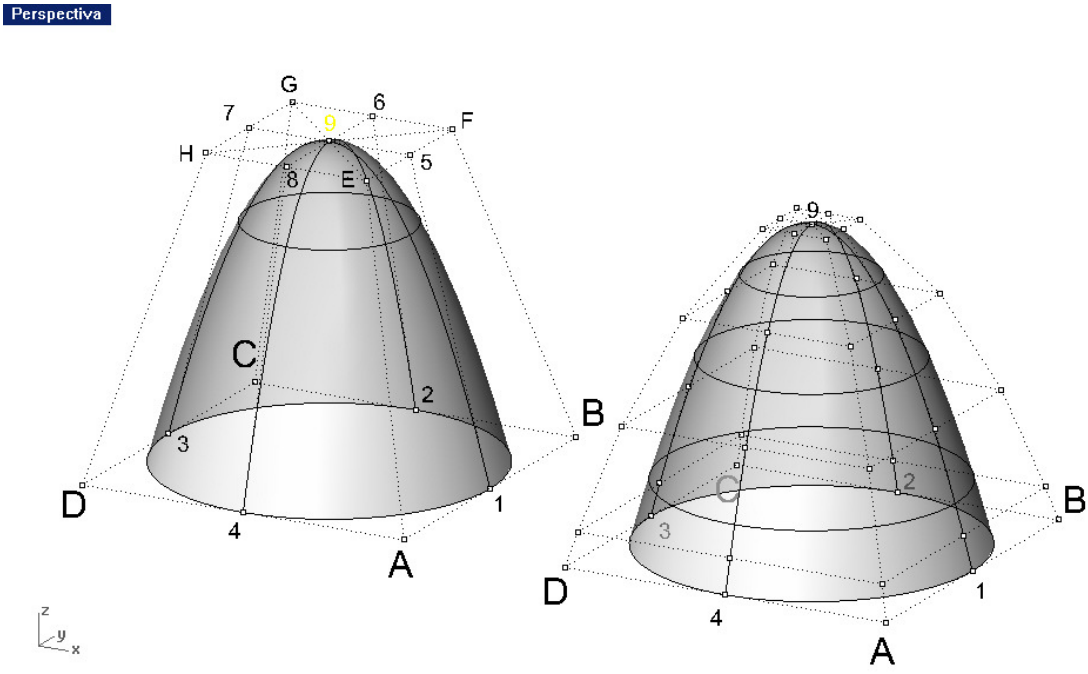
En este camino , vuelven a tomar una gran componente los PUNTOS DE CONTROL , ya estudiados ó presentados al menos . Estos puntos de control en las primitivas a emplear , suelen ser los MINIMOS , en función de su generación ó nacimiento . Dado que este tema básico , merece una previa dedicación y soporte en alguna figura conocida , lo haremos soportado en ul paraboloide eliptico de revolución

PUNTOS DE CONTROL DE UN PARABOLOIDE ELIPTICO DE REVOLUCION
(Primitiva 3D) . Programa RHINOCEROS

Si insertamos un paraboloide elíptico de revolución y pedimos sus Puntos de control , estos nos aperecen en la figura de la izquierda . Aparecen 17 puntos A,B,C,D , E,F,G,H, y 1,2,3,4,5,6,7,8,9, , 8 en la base inferior Cuadrada y nueve en la superior , observando que el centro de la base NO ES PUNTO DE CONTROL y si el 9 de la base superior . **Ninguno de estos puede ser eliminado , siendo por tanto es número de puntos de control el mínimo en esta primitiva .**

Podemos inlcuir nuevos puntos , sobre los meridianos de la figura , que establecerán nuevos paralelos , pasando por ellos .**Estos nuevos puntos incrementedos , SI pueden eliminarse , pero alterarán la forma de revolución . En la figura base , estos puntos forman un trinco de piramide . En la segunda se trata de varios troncos de pirámide unidos por sus bases superiores e inferiores .**

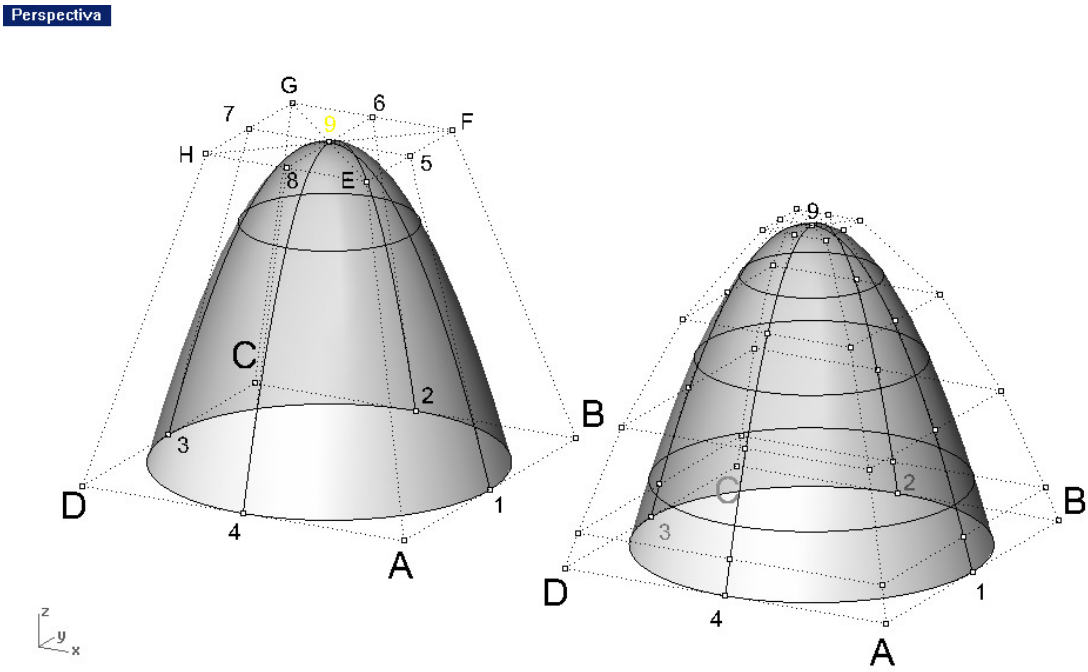
TODOS ESTOS PUNTOS PUEDEN ALTERARSE , UNIFICADAMENTE O POR GRUPOS .
Estas transformaciones pueden ser de cualquier tipo , moverse , girarse , copiarse ,matrificarse, Polarmente ó en rectangular etc y además pueden transformarse en cada momento y transformación , que el propgrama admita , como si fueran elementos . Curvarse , retorcerse , ahusarse , etc , cuantas veces se quieran . Estas transformaciones , por ser y formar grupo , generan figuras de familias , que permiten diseñar objetos de esta familia .



Vamos a hacer aplicaciones , dirigidas al menos a cuatro campos :

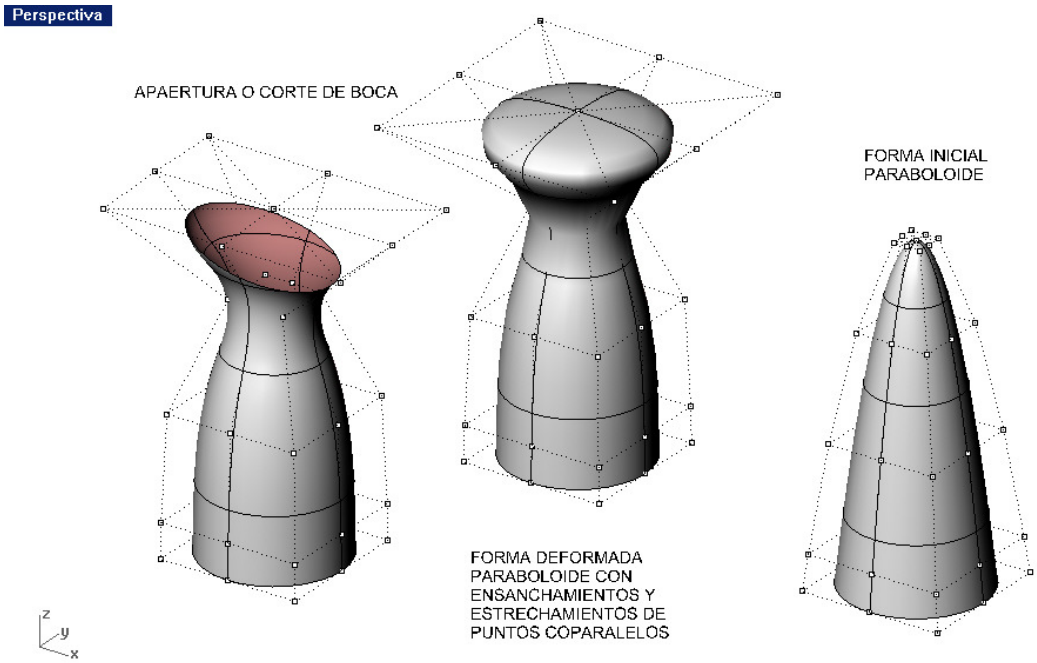
01-Formal funcional . (una jarra de agua , vinagreras y aceiteras)
02-Formal Formal escultórico . (forma escultórica)
03-Formal Objeto . (un casco de barco)
04-Formal espacio-arquitectónico , constructivo . (Edificatorio-Constructivo)

JARRA DE AGUA METÁLICA :
Tomamos como base primitiva el paraboloide anterior e introducimos los nuevos puntos de control .

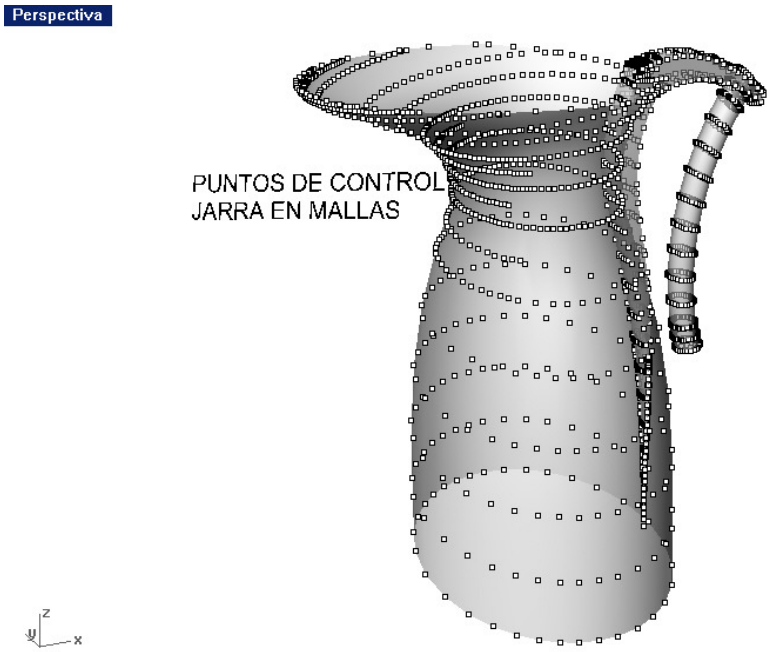


Estos puntos se van deformando con escalados horizontales 2D centrados , hasta tomar la forma adecuada . Se deben hacer seleccionando todos los puntos de un nivel , si queremos homogeneidad

.PROCESOS



Se parte del paraboloide , se añaden puntos de control , se recorta la boca y se deforma para vertido . Por fin se añade el asa . Finalmente se transforma todo en mallas

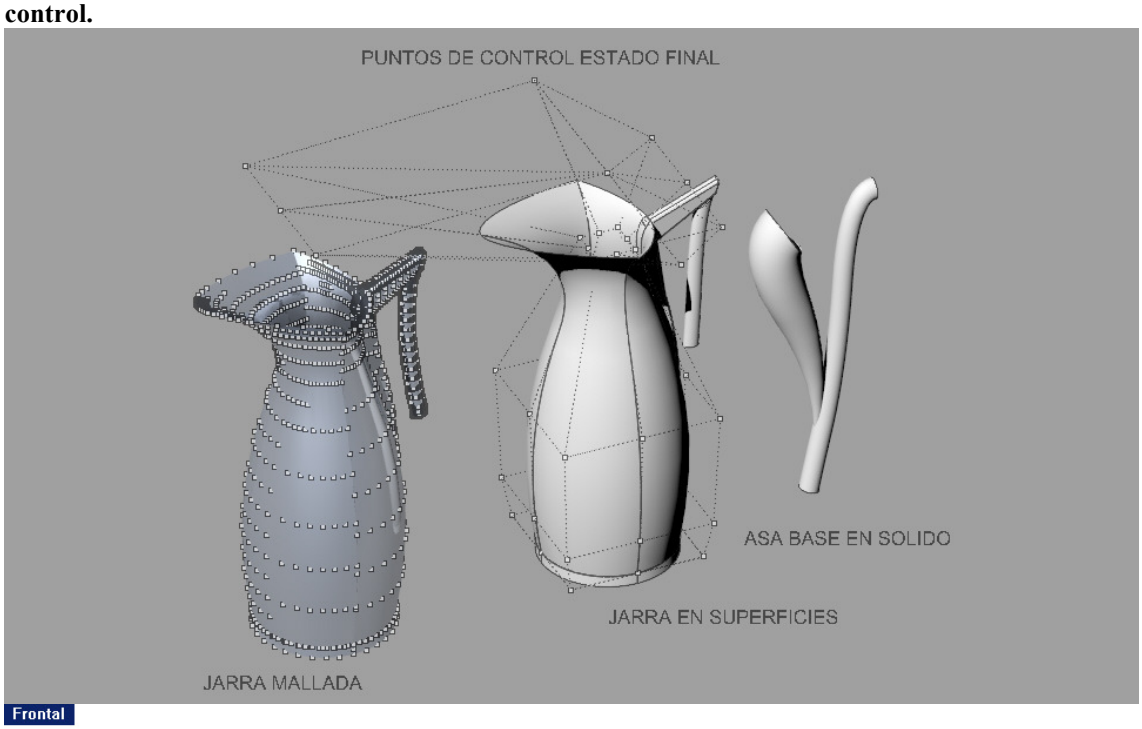


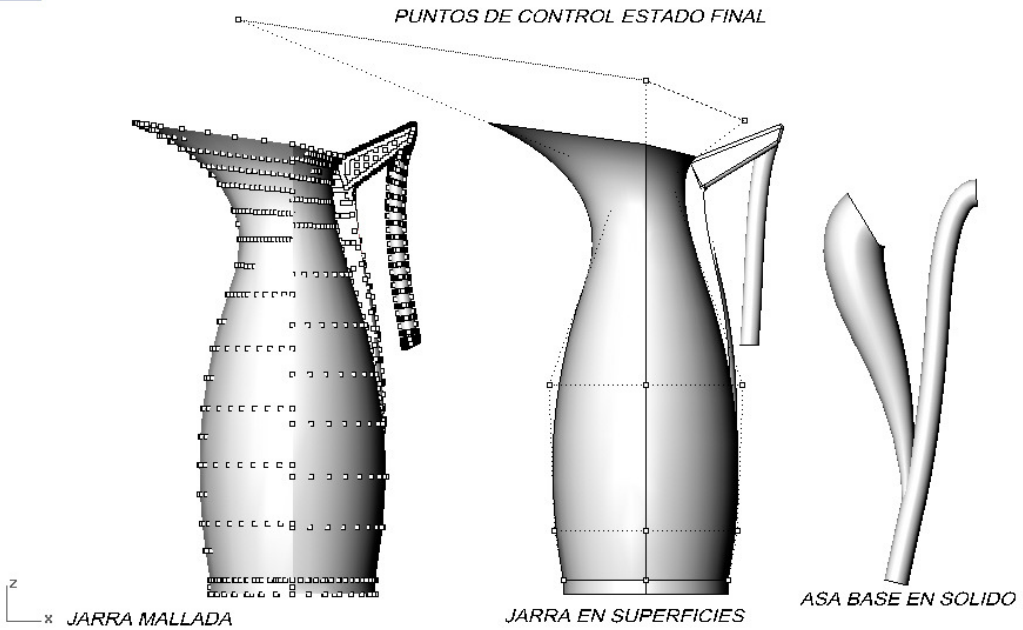
Se produce un conte en la parte superior para la boca y a su vez se deforman sus puntos con distanciamientos ya desiguales (más largos en la boca para verter el agua . **Observense los siguientes puntos :**

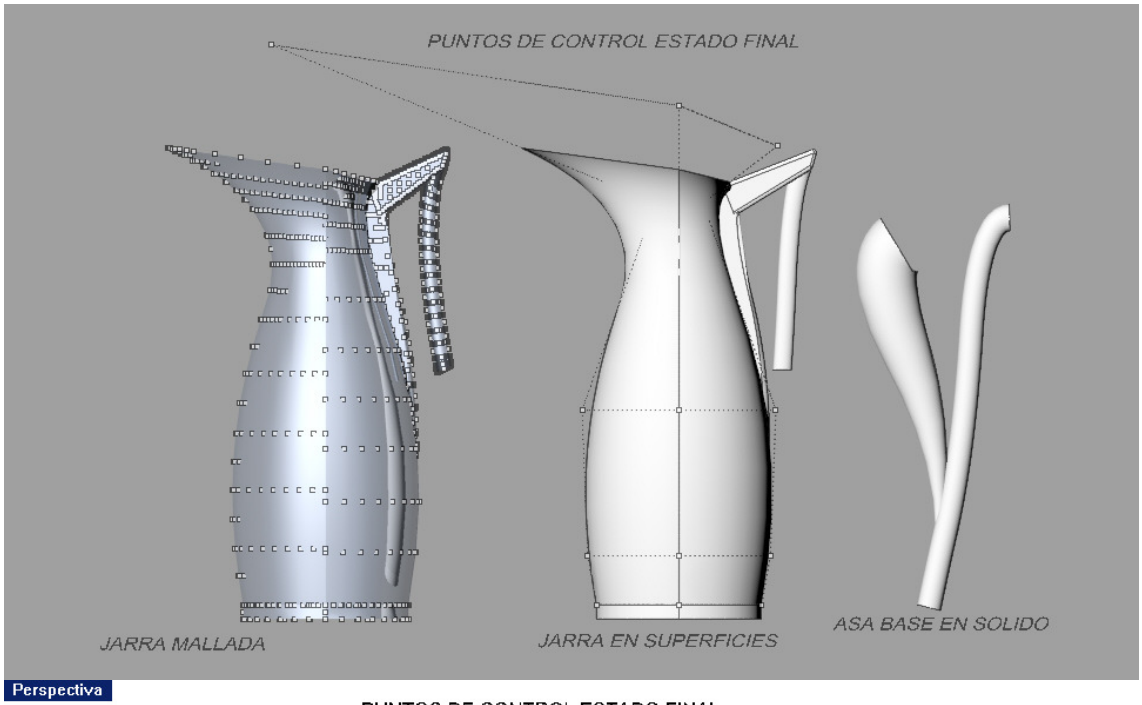
Los puntos de las partes cortadas NO desaparecen , pudiendo actuar sobre ellos .
Se pueden producir estrangulamientos haciendo los escalados hacia dentro .
Podemos dar a la boca de vertido la forma que queramos .

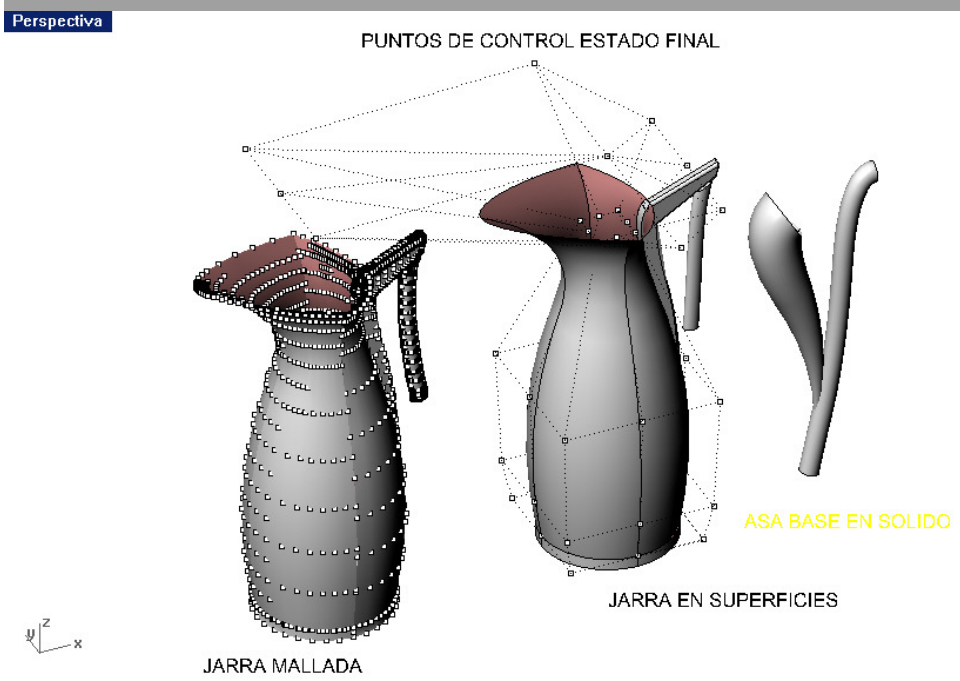
DEBEMOS OPERAR EN SUPERFICIES . ya que en caso de polisuperficies ó sólidos estos puntos NO aparecen . Después se podra cerrar la base inferior , cuando la forma sea definitiva :
Podemos seguir haciendo escalados completos de la forma , haciendola mas esbelta ó rechoncha .

El asa está efectuada con solidos y después achaflanados . Si quisieramos doblar ó curvar este asa , deberiamos pasarlo a malla .
Al final debe hacerse una copia completa en malla y comparar sus puntos de control.



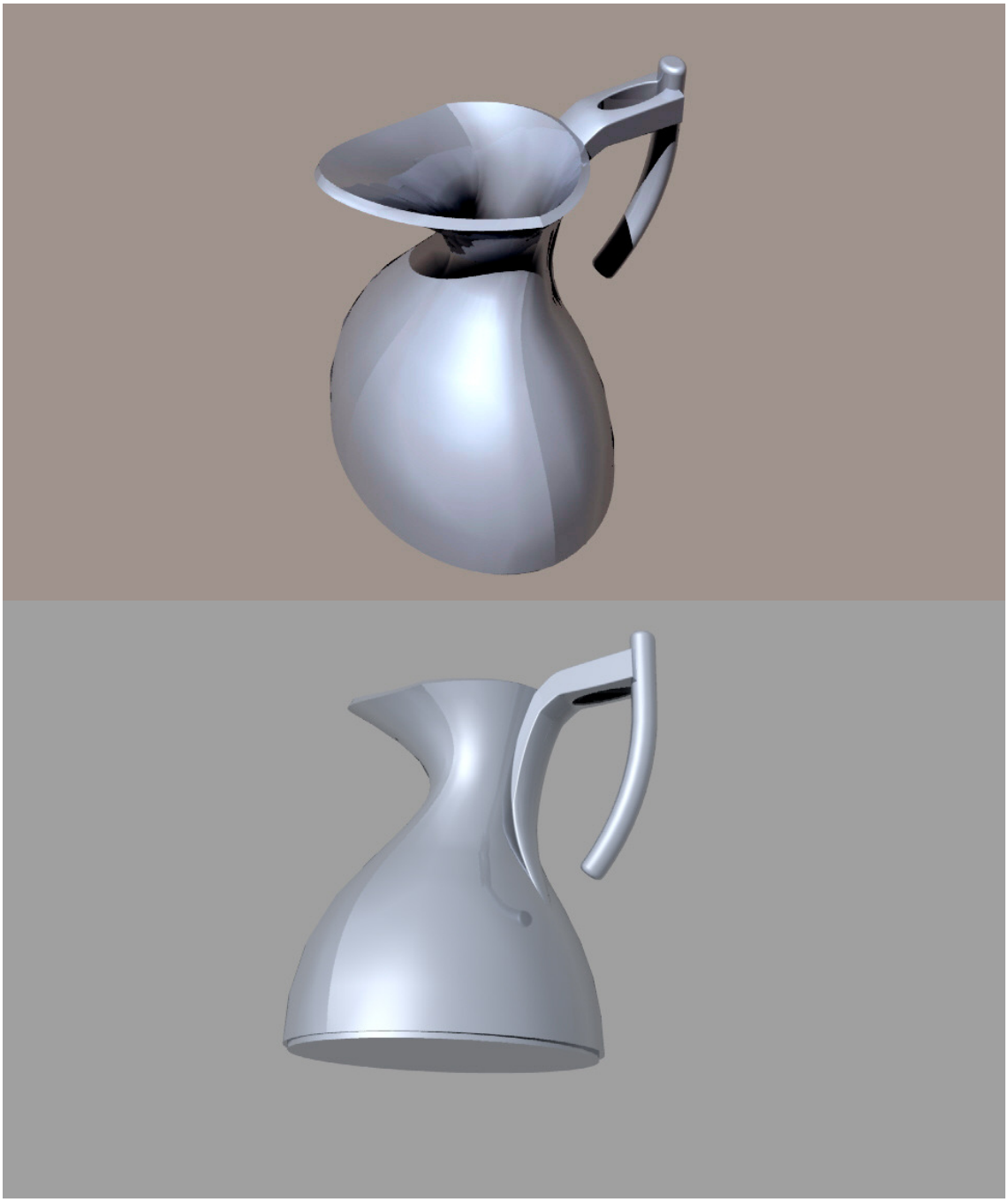




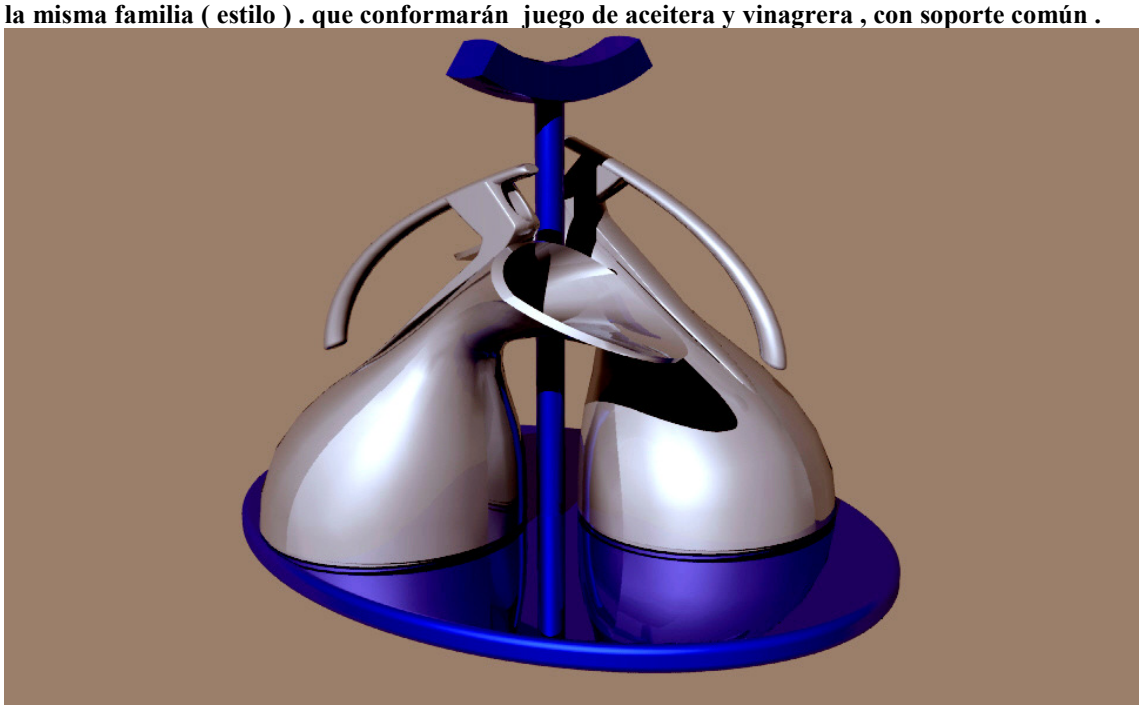


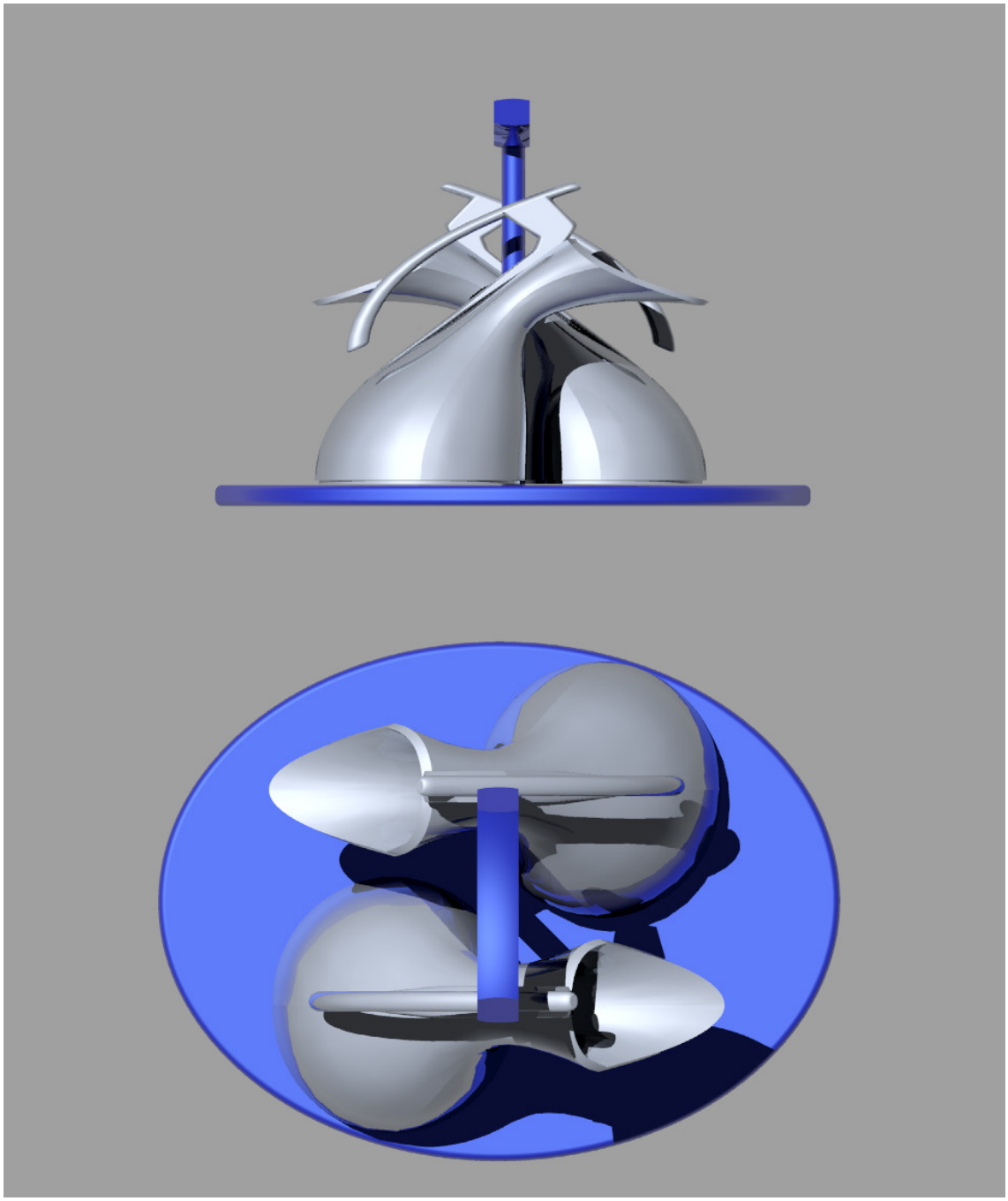
Se ofrecen diversas versiones y renderizados , siempre con los puntos de control definitivos .

Observense los de la forma mallada , mucho más numerosos y en lineas de paralelos .
Los de la superficies son los iniciales deformados y el solido NO tiene puntos de control activados .



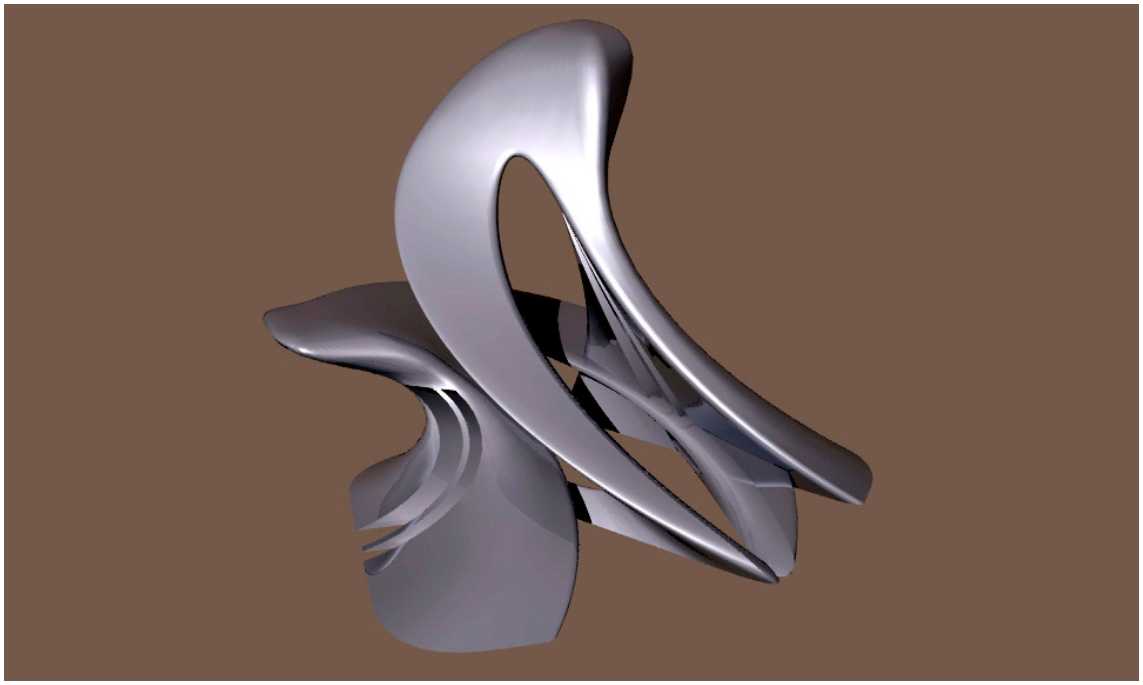
Cambiando las proporciones por transformaciones , doblados etc , se pueden obtener recipientes de la misma familia (estilo) . que conformarán juego de aceitera y vinagrera , con soporte común .

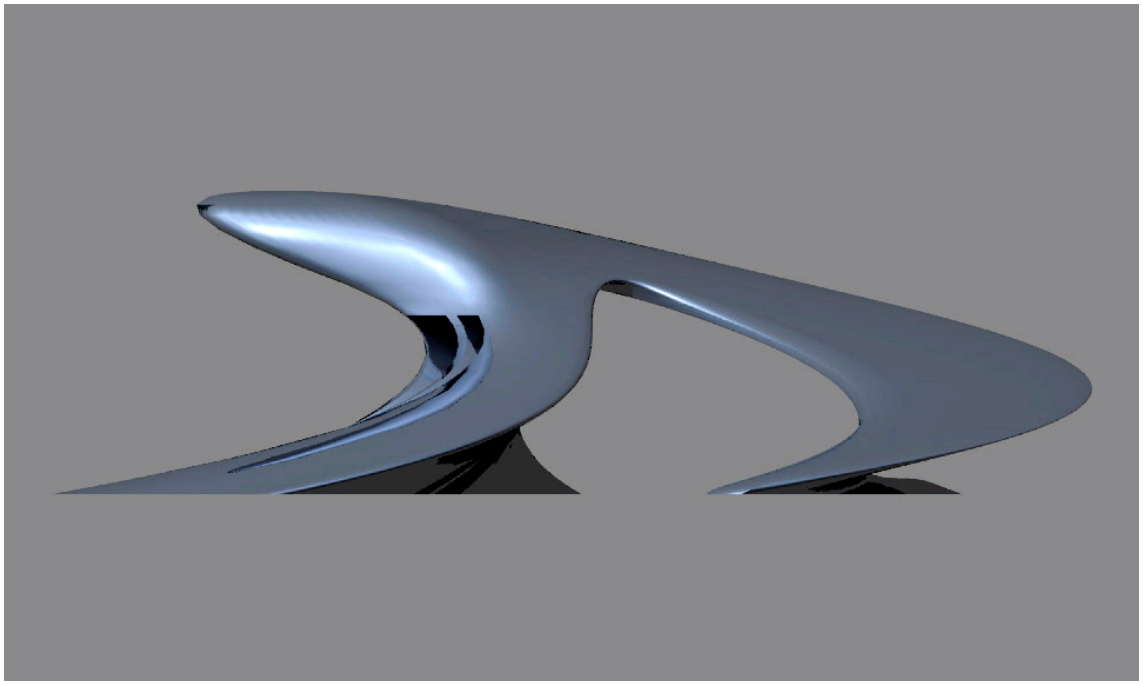




FORMA ESCULTORICA :

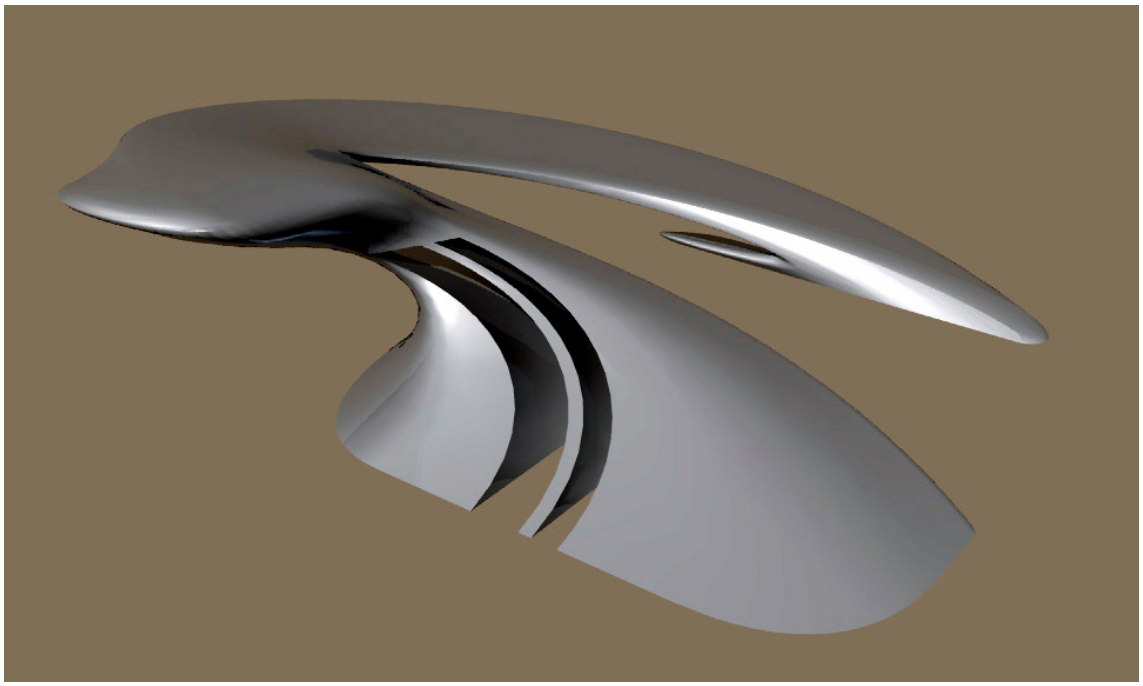
Partiremos de la misma primitiva en paraboloide eliptico de revolución , pero esta vez en sólido .
Para ello lo crearemos en superficie y le pondremos TAPA PLANA , la superficie pasa a ser una polisuperficie cerrada (sólido) sin posibilidad de editar sus PUNTOS DE CONTROL . La deformación por estos nO es posible , pero si su tratamiento Booleano , de diferencias , sumas e intersecciones . Podemos hacerlo por puntos antes de cerrarla y después cerrarla para sólido . En nuestro caso No hemos introducido esta fase .

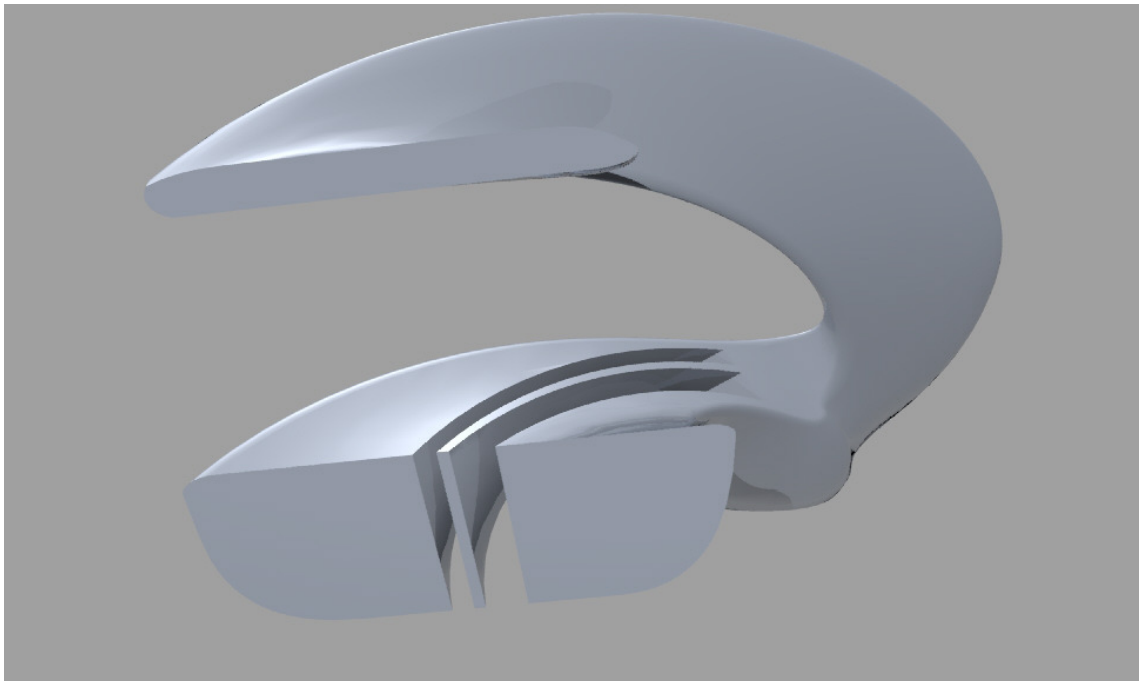




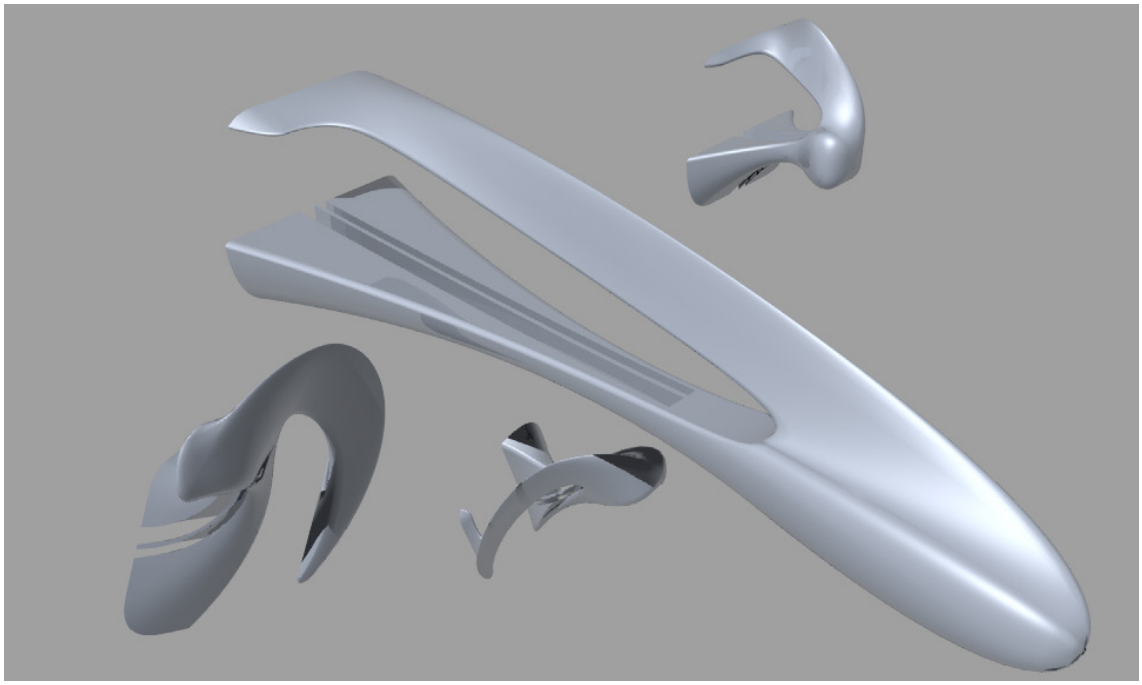
Estas formas así obtenidas , poseén un alto valor plástico , totalmente compuesto al provenir de las transformaciones del inicial paraboloide .

En este caso solo se ha utilizado el sólido , y las operaciones booleanas . Después transformaciones de doblados ó curvados , escalados y retorcidos .
El lector avispado puede entender las operaciones efectuadas , al contrastar el sólido origen y sus transformados .



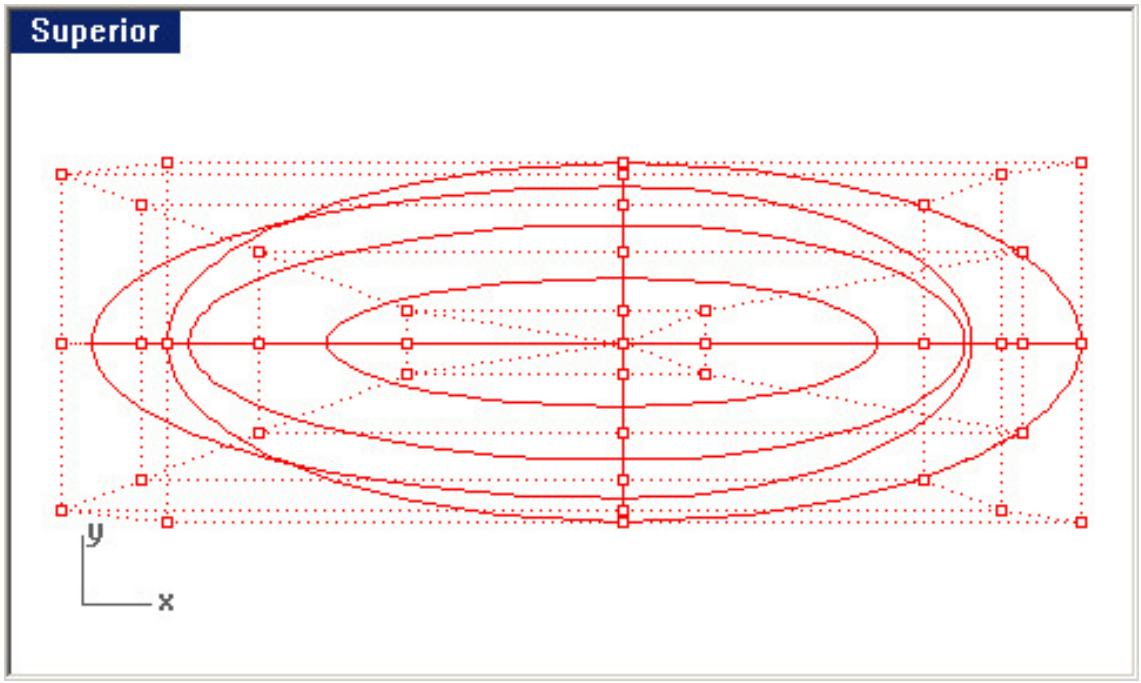


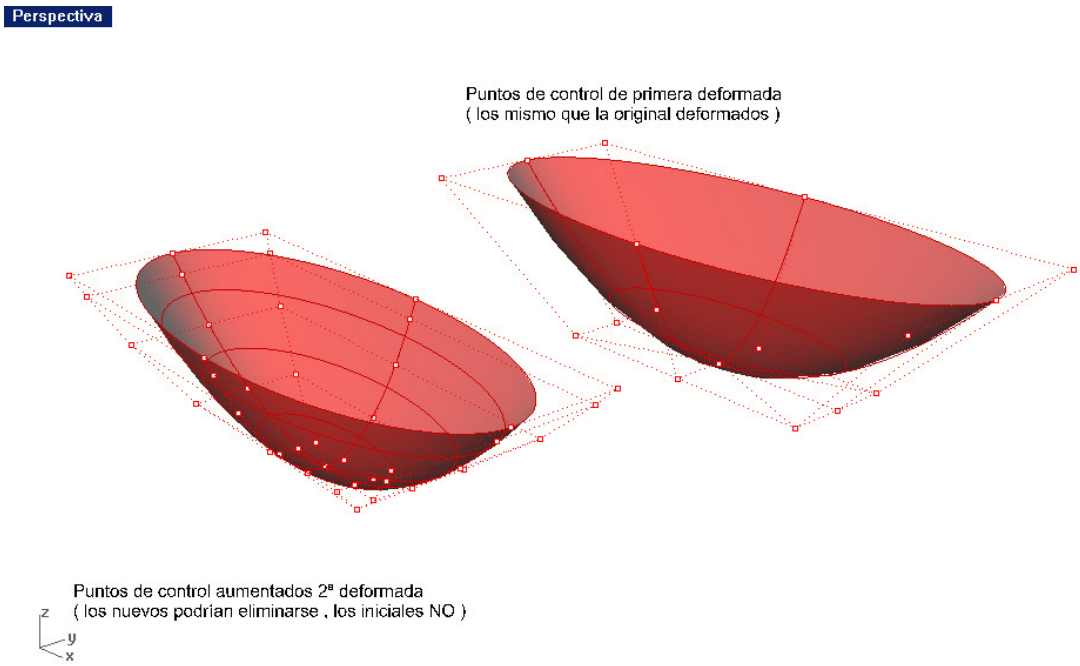
En esta última lámina se presentan TRES formas , con el mismo origen paraboliano , pero con distintas transformaciones . **Todas , por increible que puedan parecer , proceden de una familia común y sus relaciones se coherentizan .**



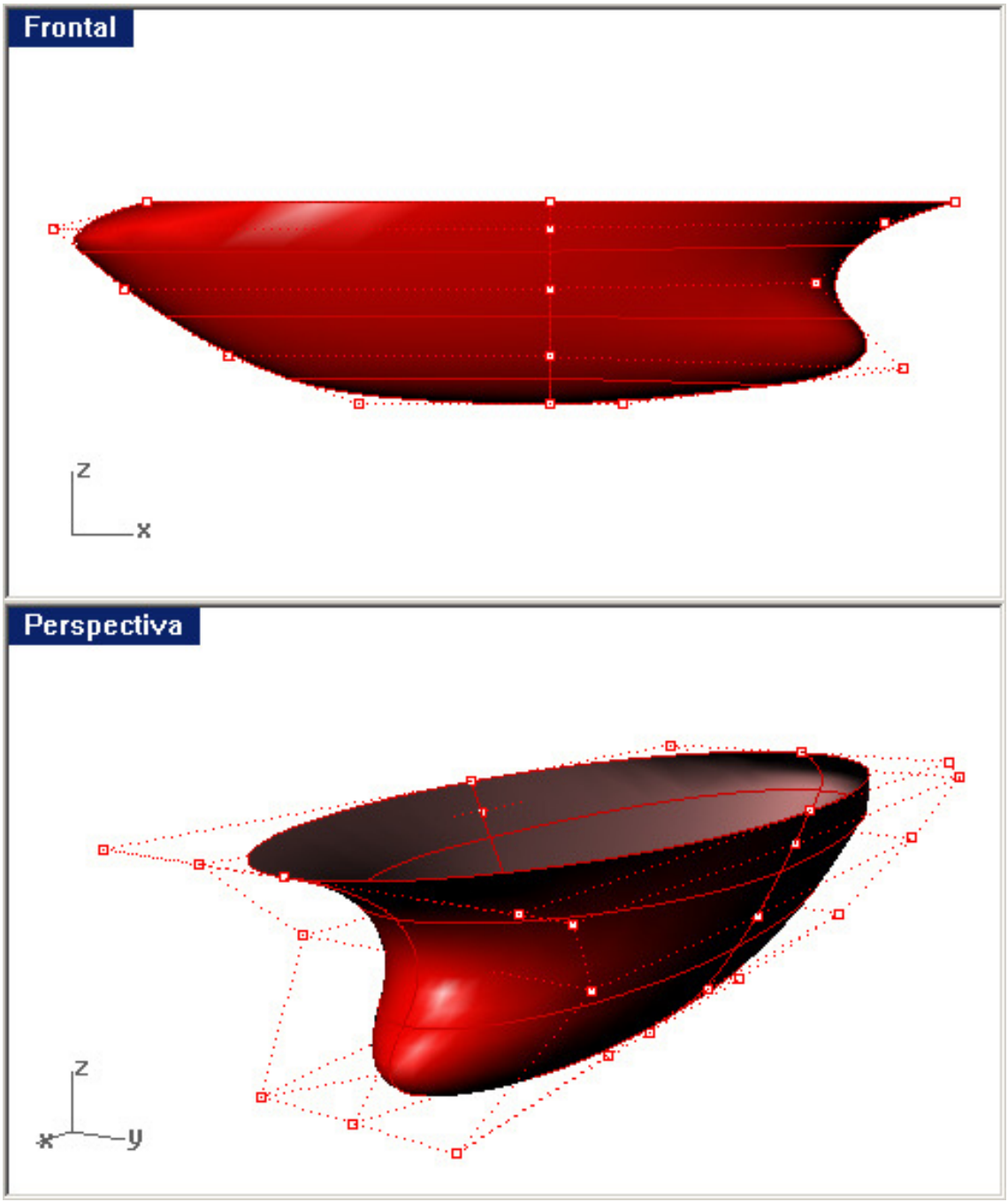
FORMAL OBJETO (casco de barco)
Partimos nuevamente del mismo paraboloide , pero invertido , es decir con su base hueca superior , con lo que el vértice es inferior .

Este elemento primitivo , se deforma primero en planta , estrechandolo ó ensanchandolo , en virtud del tipo de barco a diseñar .

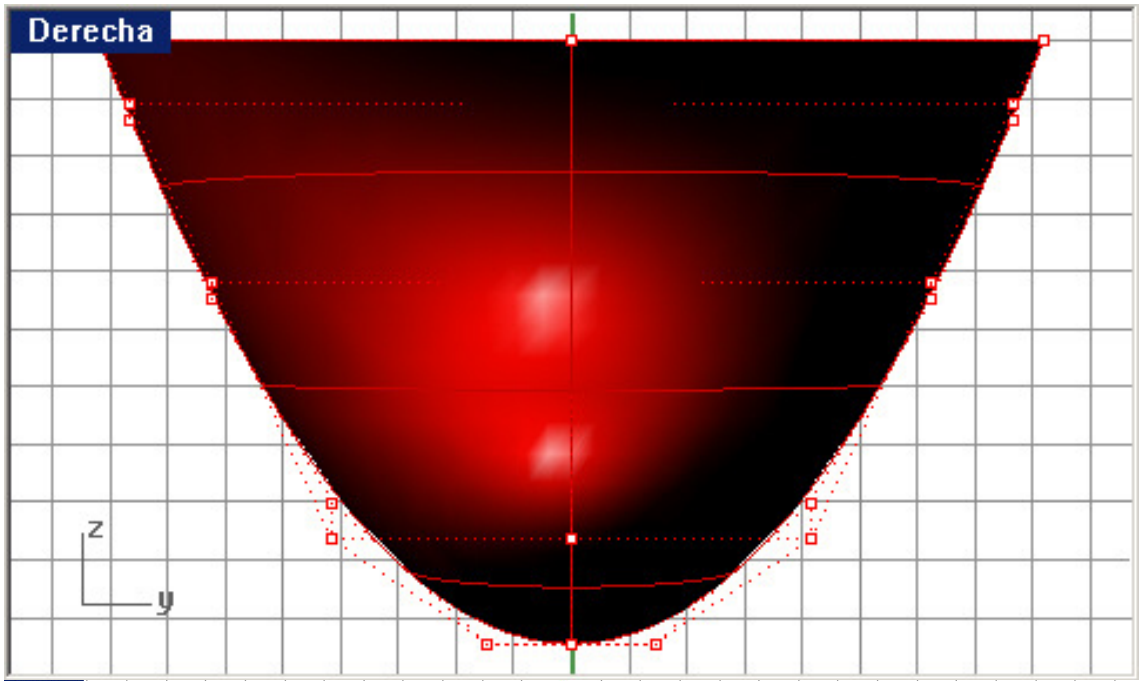


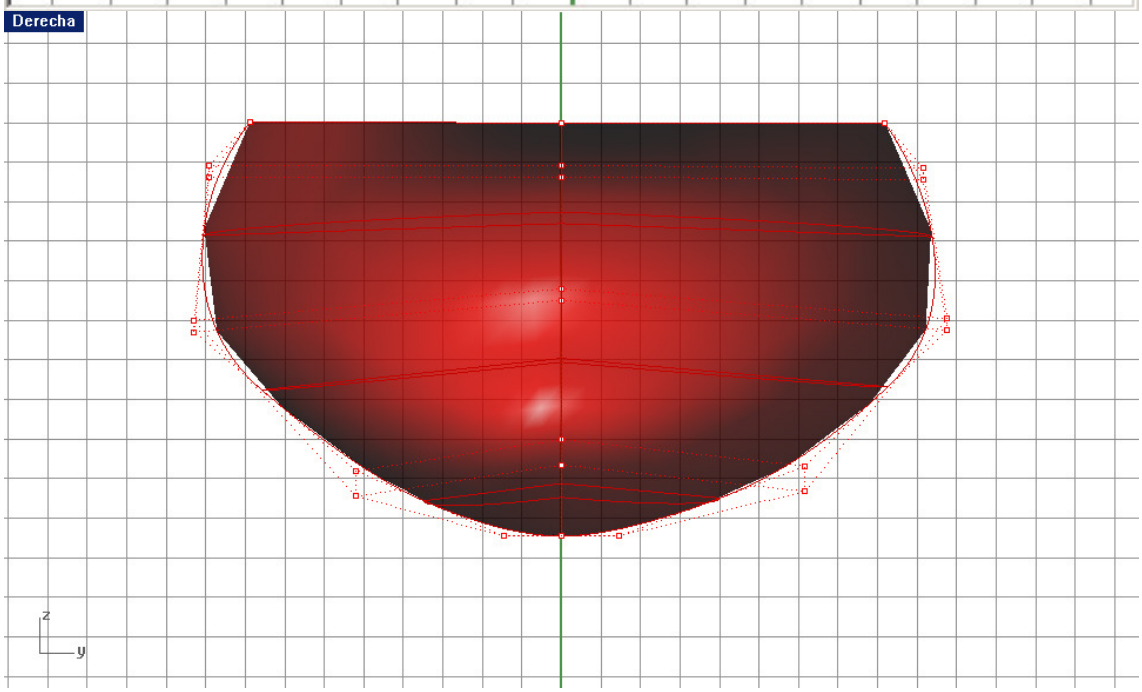


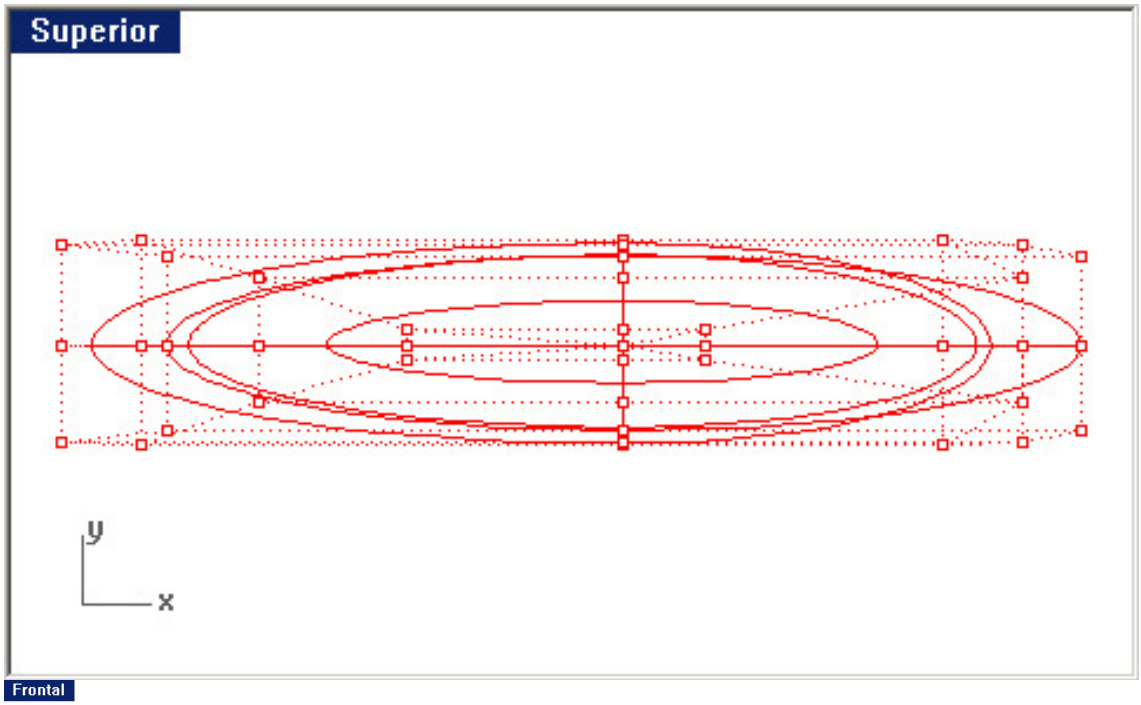
Después se deforma en perfil vertical , creando proa y popa , también en función de su tipo de barco (carguero , remolcador , pesca .. etc) . Evidentemente es necesaria la información previa y su análisis por el diseñador .

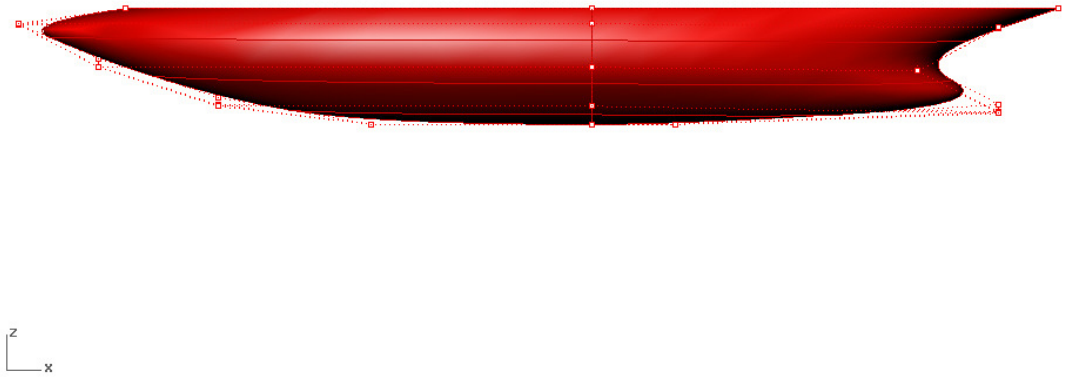


Pasaremos despues a las deformaciones transversales , según tipo .
Las bodegas serán más ó menos voluminosas y cubicadas .


Derecha
z
y

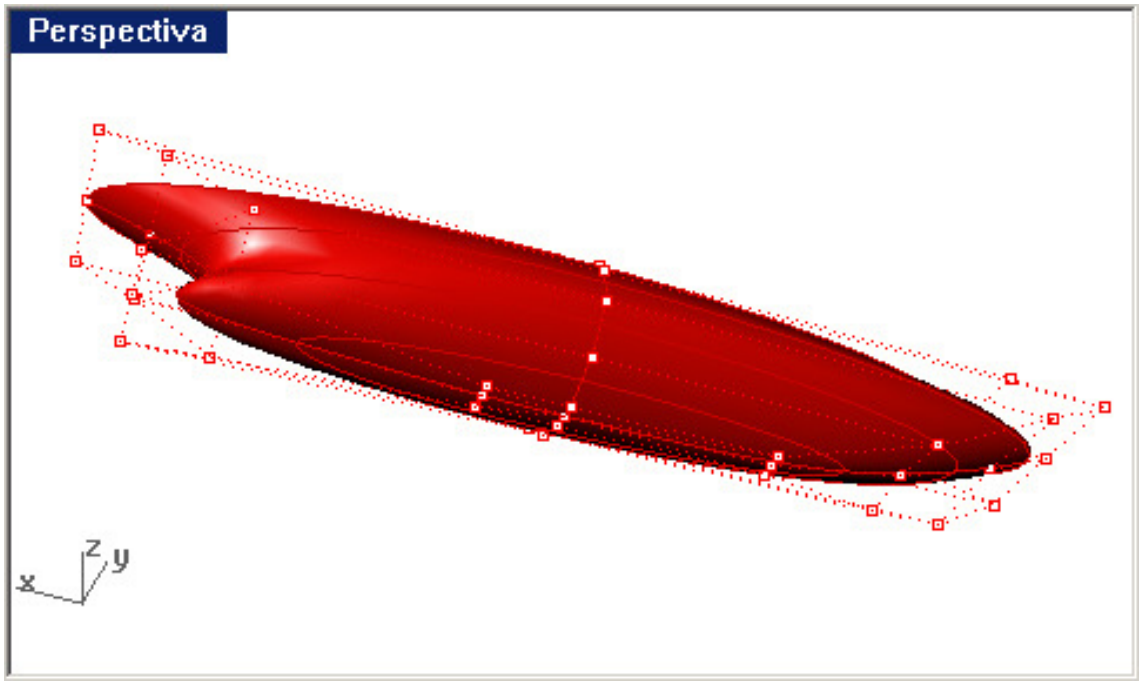

Derecha
z
y

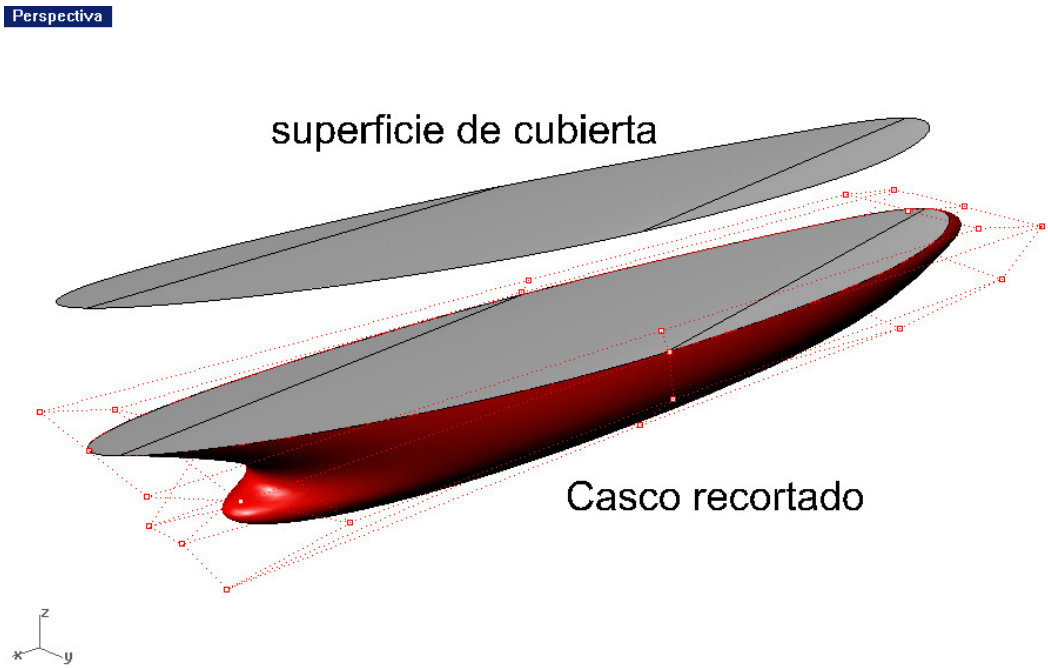




El siguiente paso será recortar la cubierta del casco , tambié en función del tipo de barco . Se hará preferentemente en alzado forntal , por una línea de corte que rebase al casco y con la orden de recortar (superficies , ya que hasta este momento la forma es superficial .

Si hubieramos cerrado con la cubierta , el objeto sería sólido y deberiamos hacerl con otro sólido sustrayente .

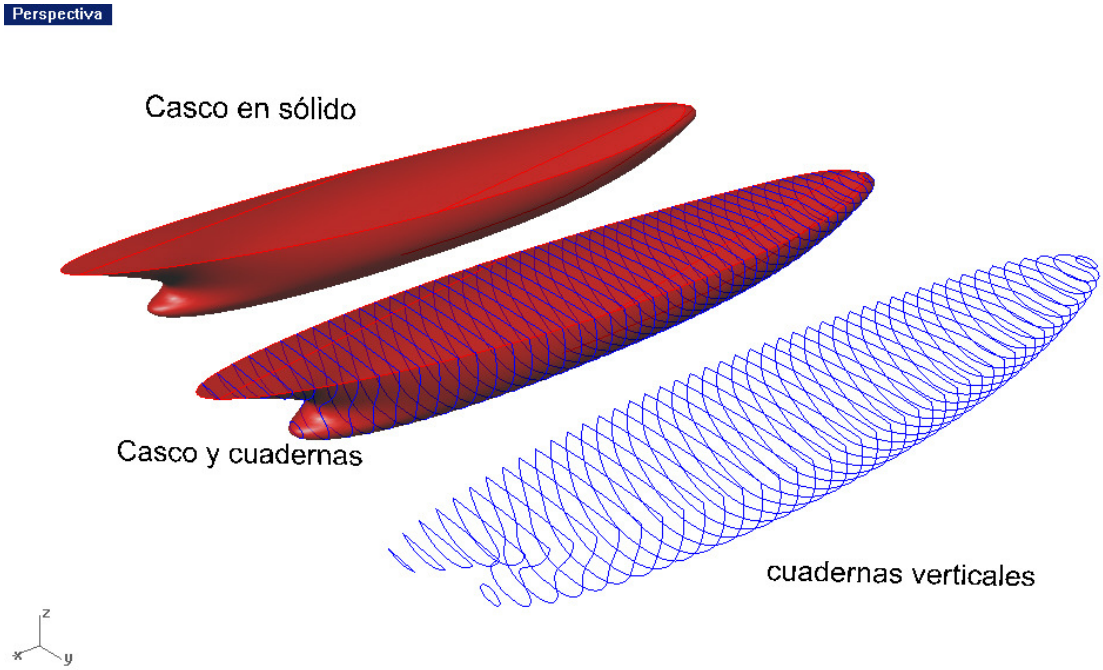


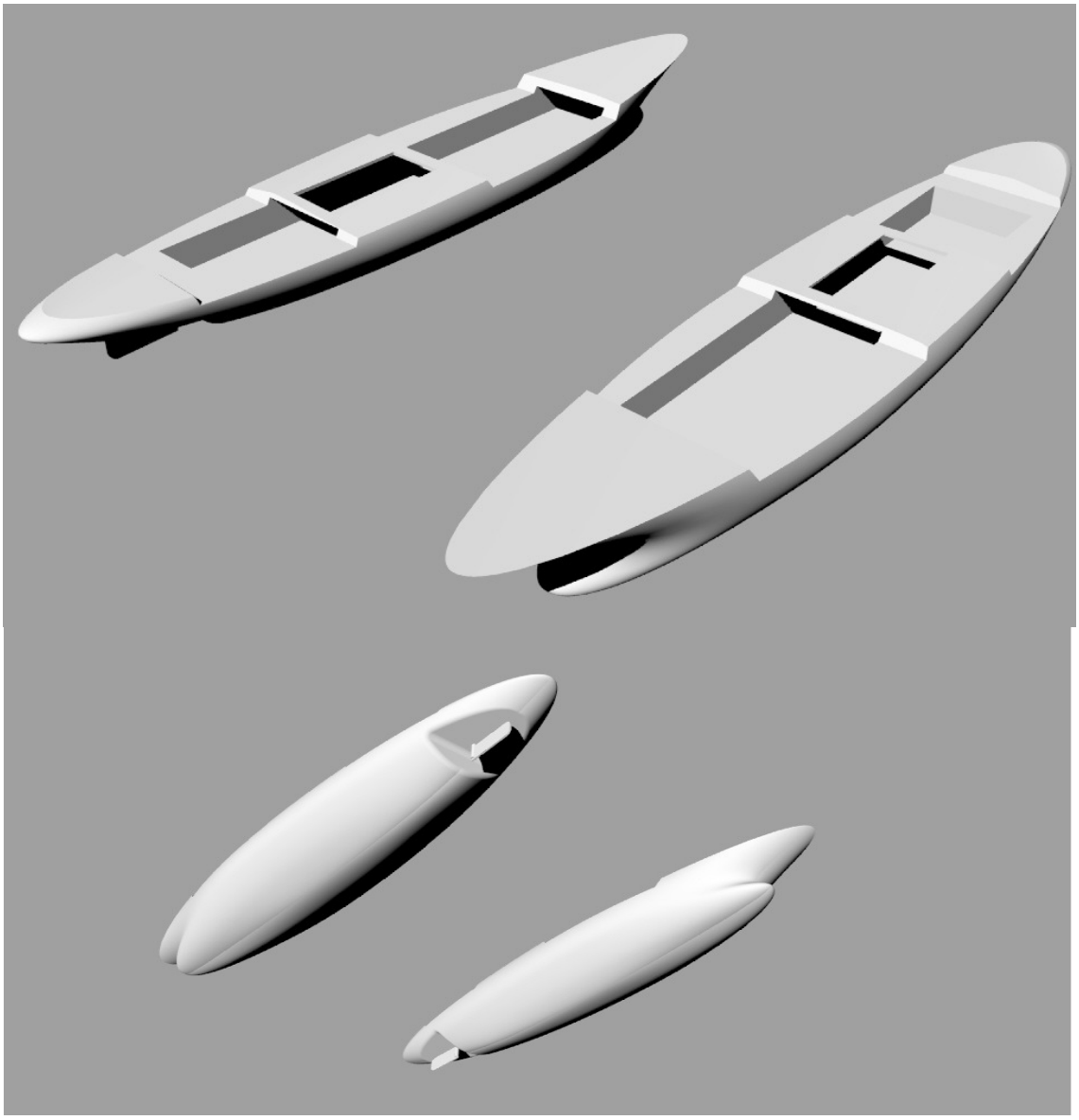


Adecuaremos (en sólido) la forma interior del casco a su uso .

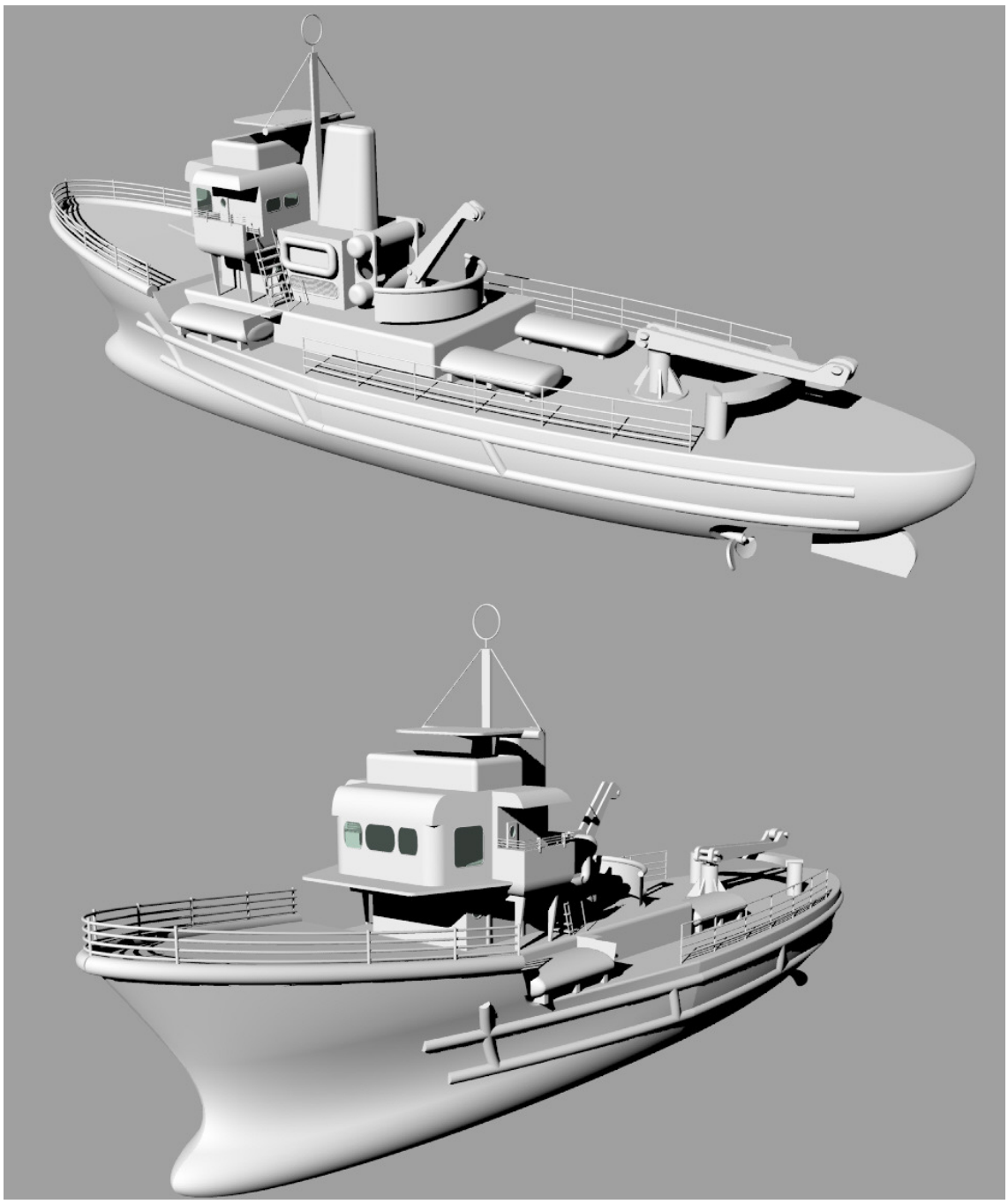
Podemos entnces obtener las cuadrenas verticales , líneas de flotación , et , con las líneas de CONTORNO (en Rhinoceros), que evidentemente nos podrían servir para construirlo .

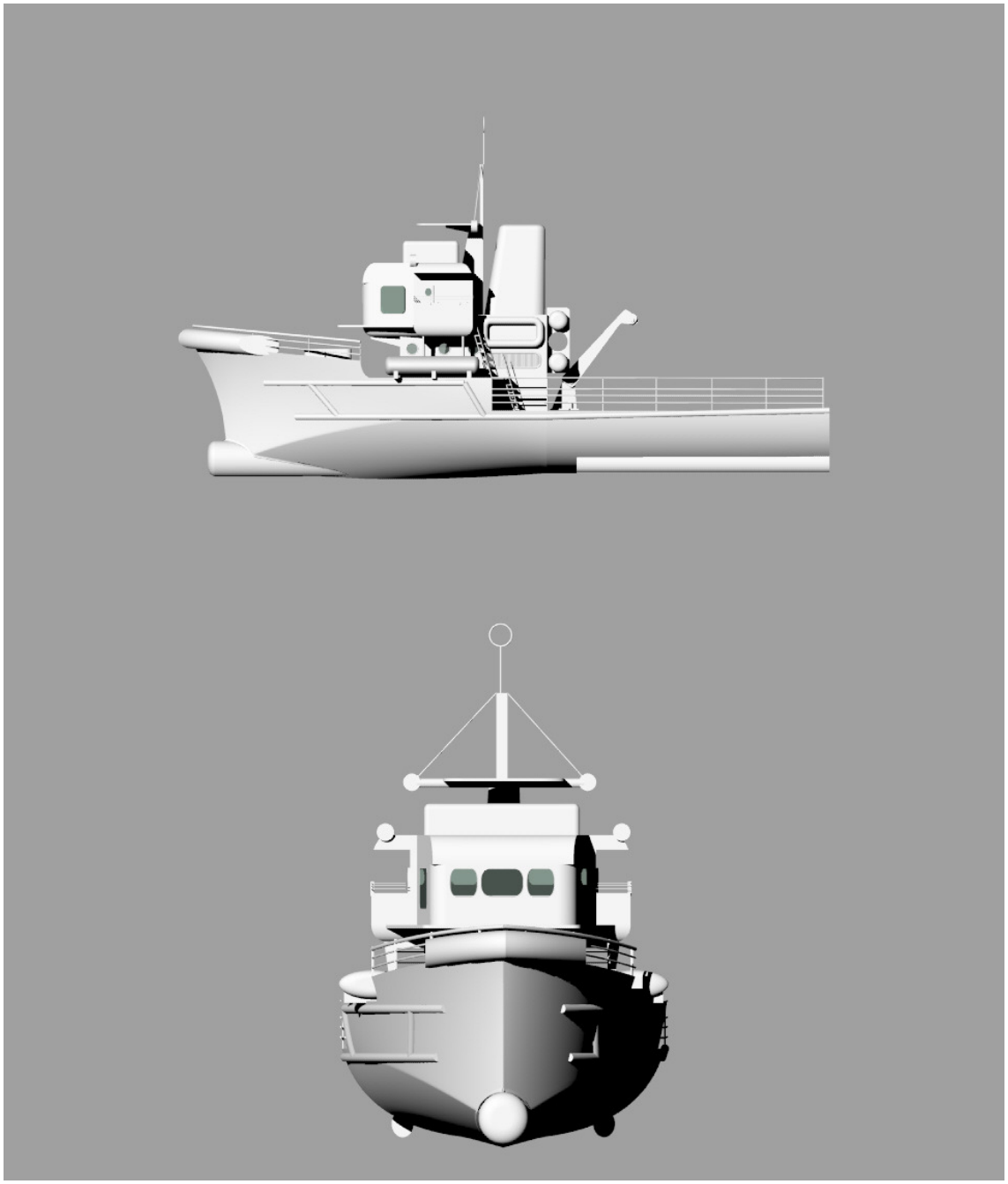
Si tratamos de obtener el casco através de estas , comprobariamos las imperfeccione que este proceder introduciría en la forma casco . Evidentemente , con este proceimiento citado , las formas son perfectas y suavizadas , como pueden apreciarse en las láminas .

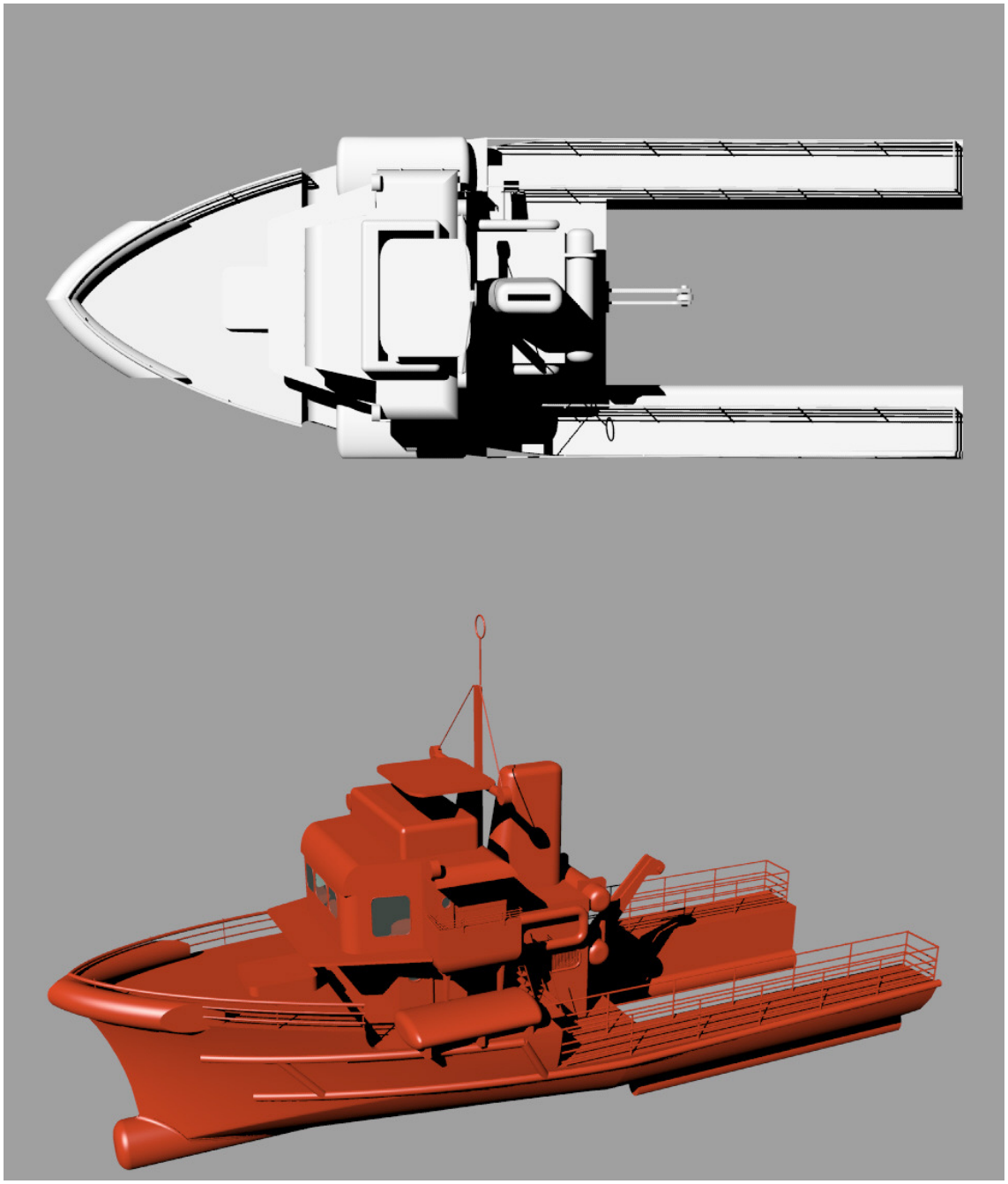

Perspectiva
Casco en sólido
Casco y cuadernas
cuadernas verticales
z
x
y

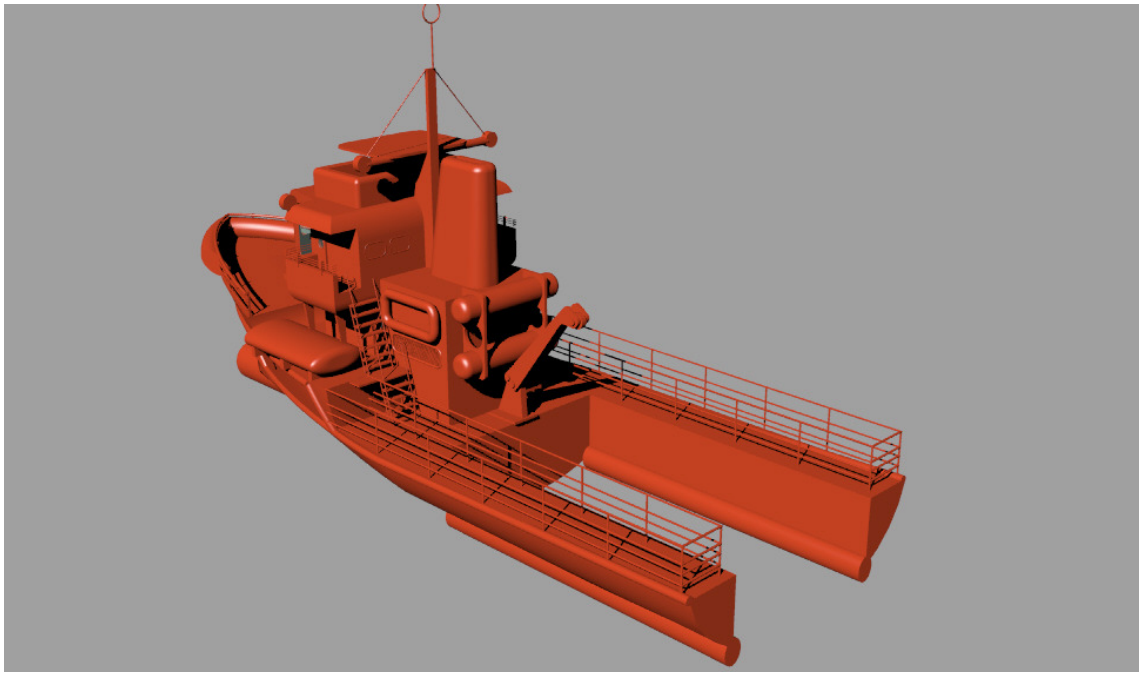


Con este casco y sus deformaciones , podemos obtener fácilmente otros tipos de esa familia . A continuación presentamos dos tipos de remolcadores , así modelados .









OBJETO PSEUDO EDIFICATORIO (Arquitectónico -constructivo)

Vamos a partir igualmente de un paraboloide . Quiere esto decir que todos los objetos diseñados tienen una base ó primitiva común . Pertenecen pués a una misma familia . Igualmente prodriamos diseñar un automovil ó un mueble .

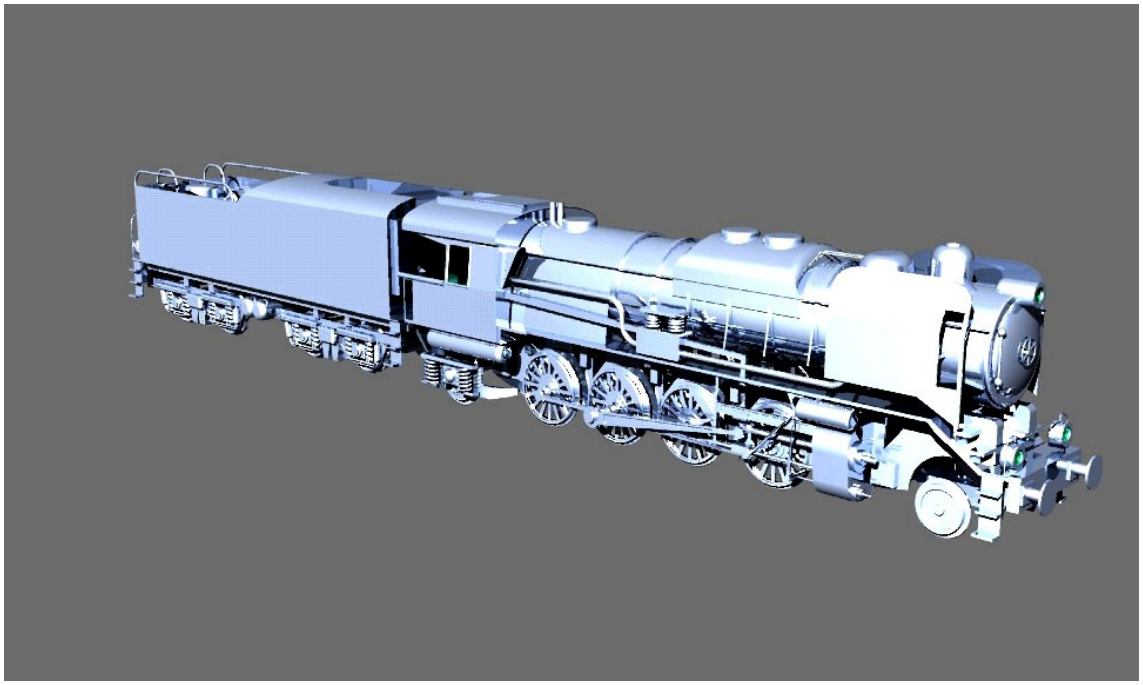
Posteriormente y como final , procederemos a diseñar un objeto con líneas de origen más arbitrarias , es decir sin partir de un objeto PRIMITIVA . Este proceder , muy utilizado en la historia y actualmente , tambíen VALIDO , creo que queda indicado para un número de privilegiados , que aprovechan sus facultades , pero es dificilmente metodologiable a aquellos que NO la tengan , así como ciertos sentidos " comúnes " no tan extendidos como vulgarmente se piensa .

En nuestras Escuelas , debiera existir de todo . Los master y sus talleres (realmente para privilegiados ó iniciados) y las metodologías , para la enseñanza y didáctica , a aquellos muchos no tan afortunados . Desde el punto de vista de la masa y vulgarización de nuestros tiempos , amén de las nuevas herramientas , creo sinceramente más productivo este que pretendemos desarrollar .

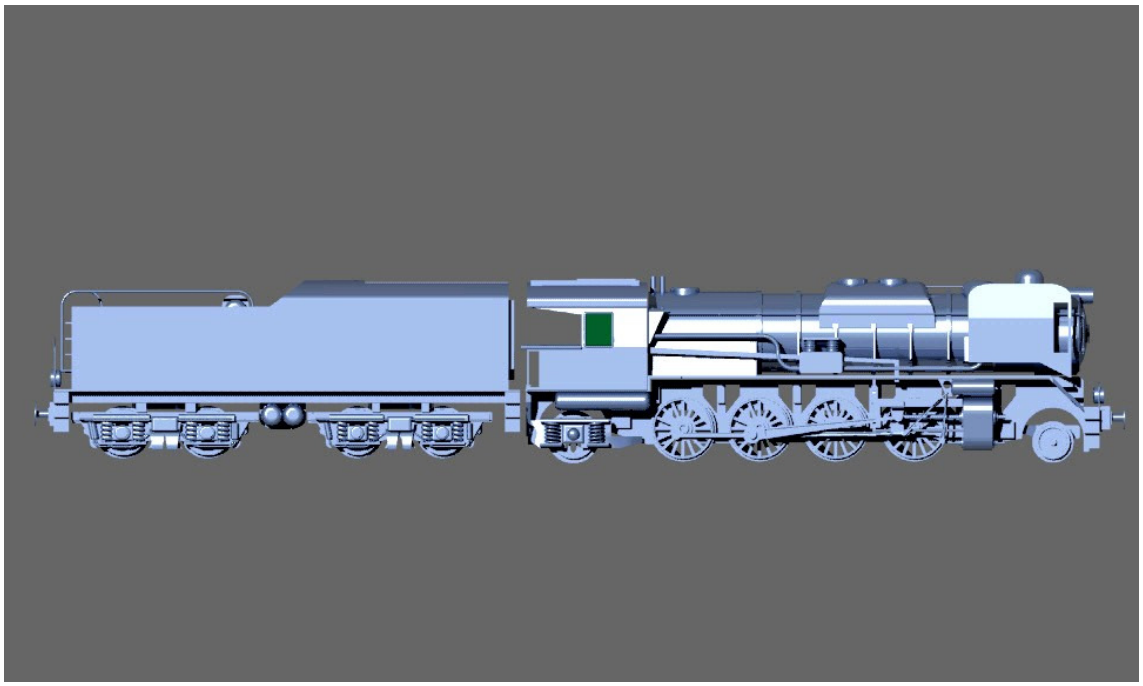
Pasamos pués al cuarto objeto y posteriormente a ese diferente quinto elemento objetual .

ORTROS MODELOS VARIADOS ,MAQUETADOS CON EL MISMO METODO :

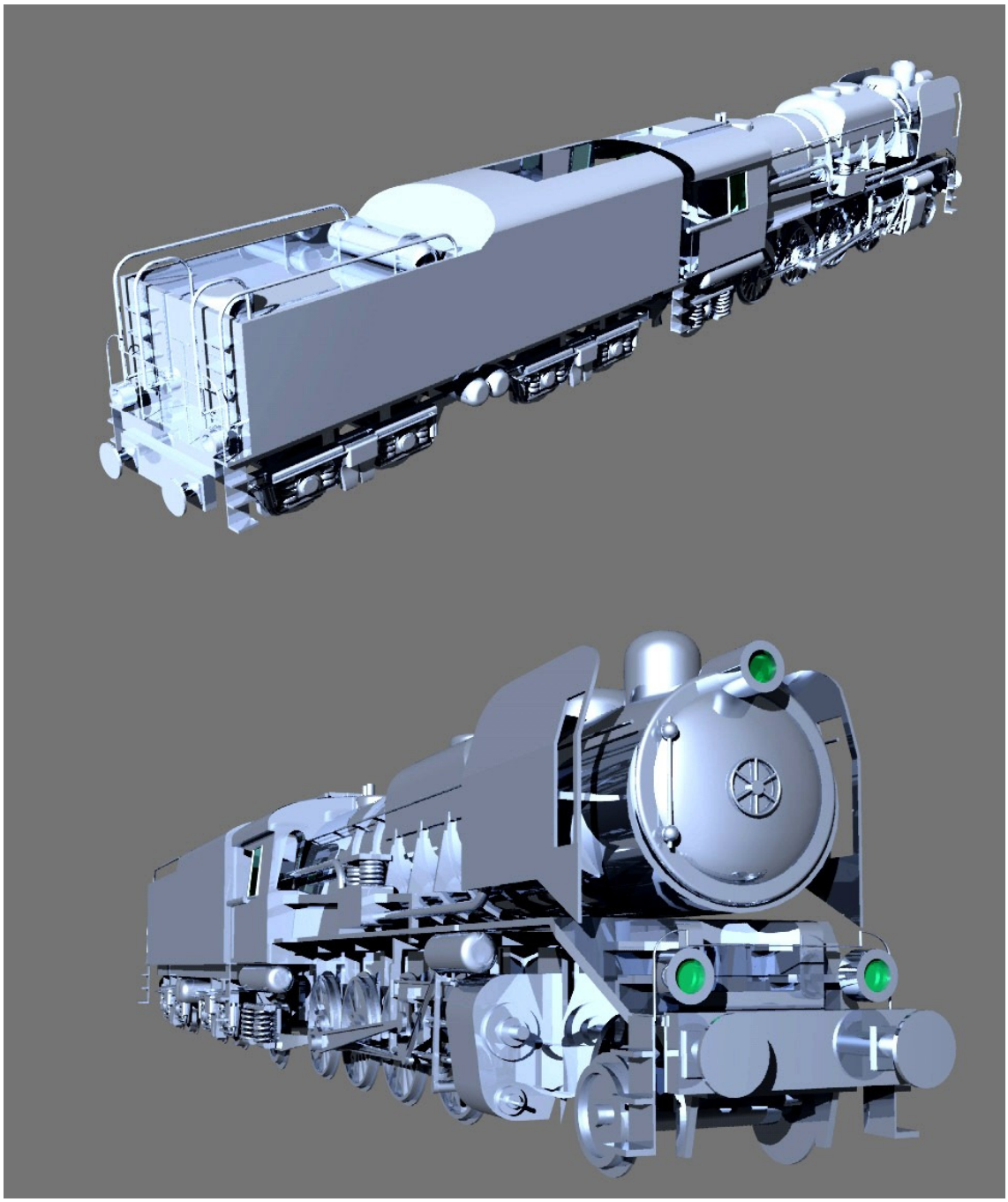
Locomotora de vapor 141 con tender :
Axonométrica.



Locomotora de vapor 141- con tender
Alzado frontal.

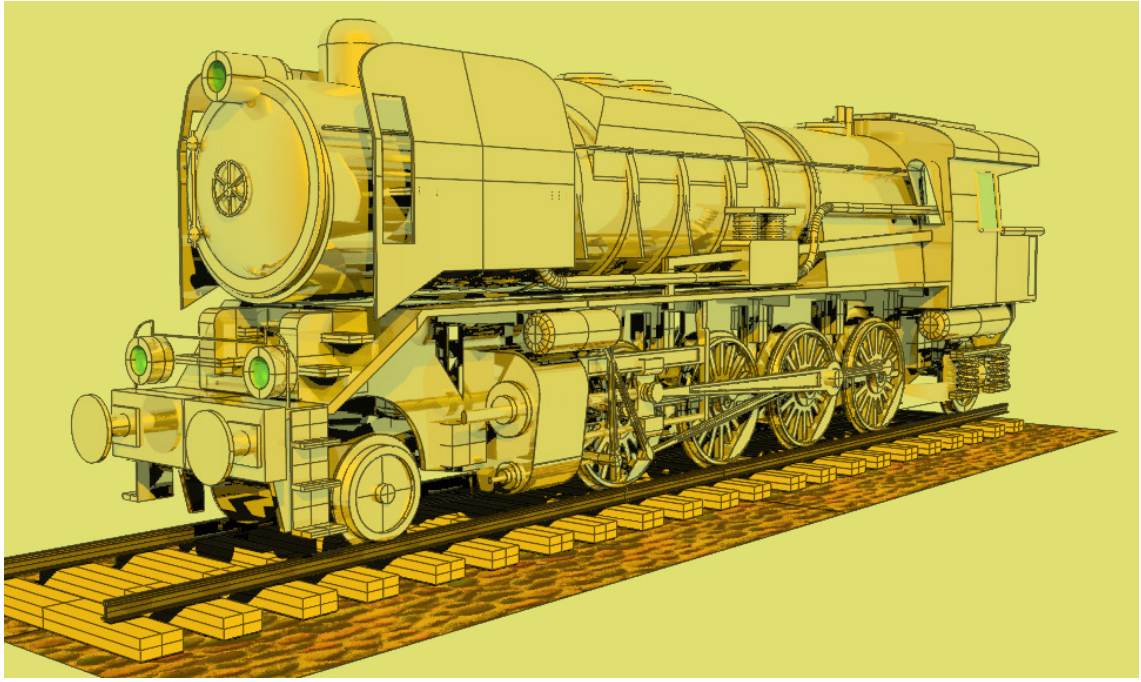


Locomotora vapor 141
Vista posterior en perspectiva cónica

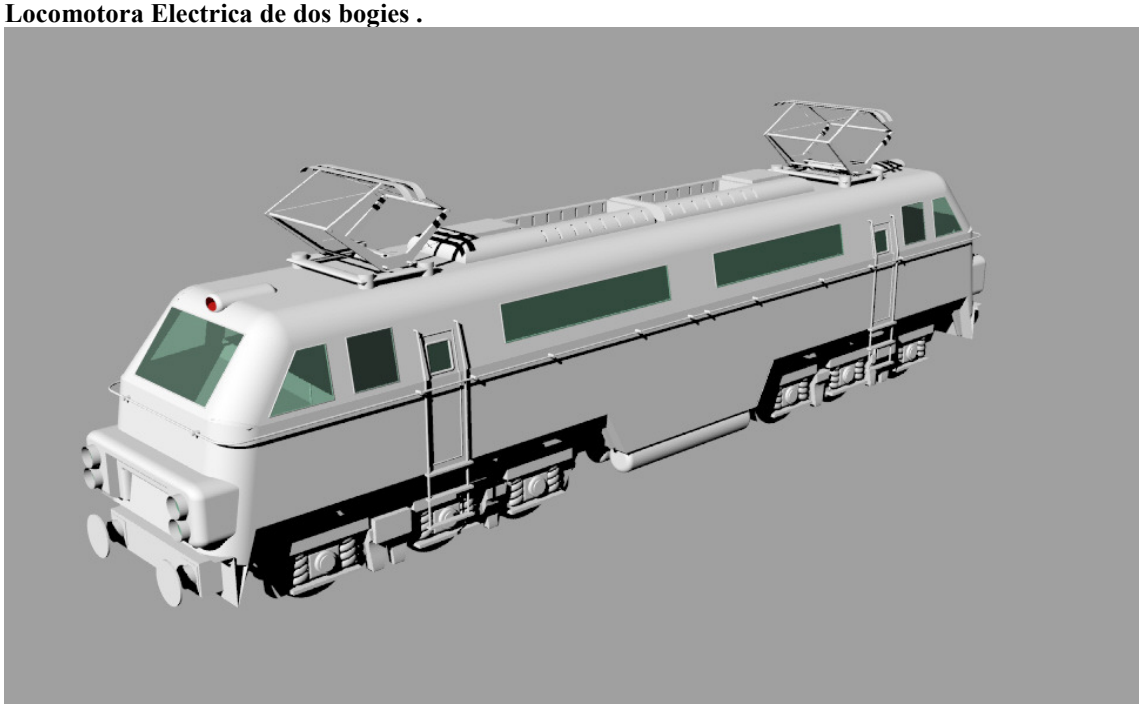


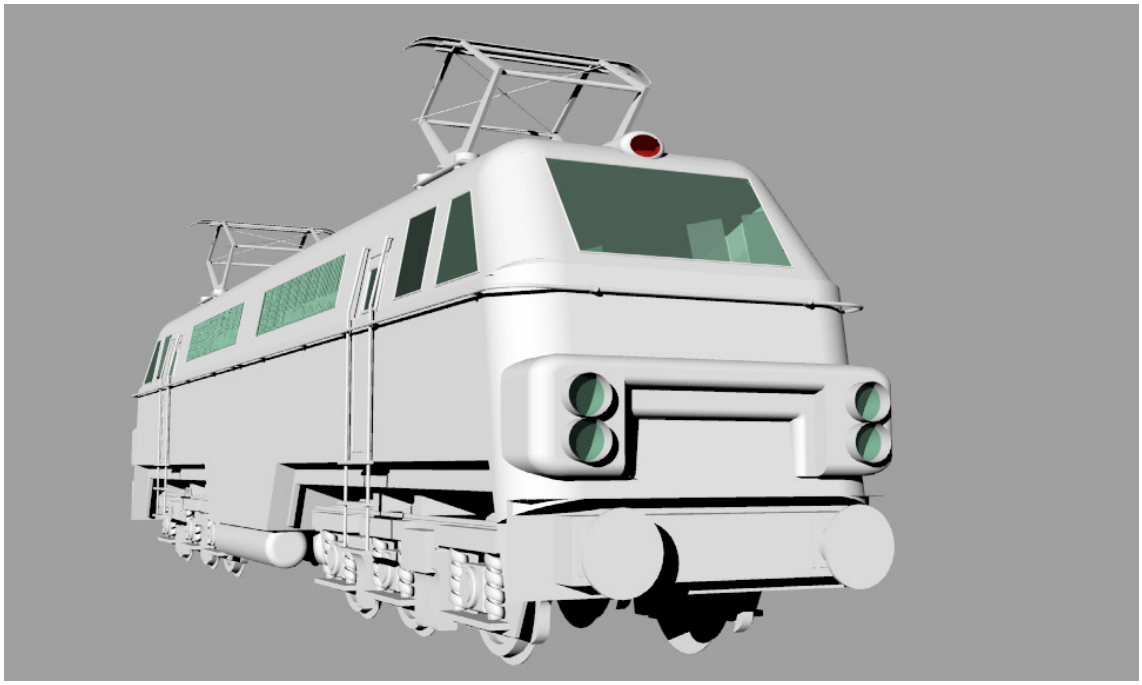
Locomotora vapor 141 – con tender
Vista frontal

Locomotora 141 sin tender- Cuerpo motor . En dibujo coloreado .

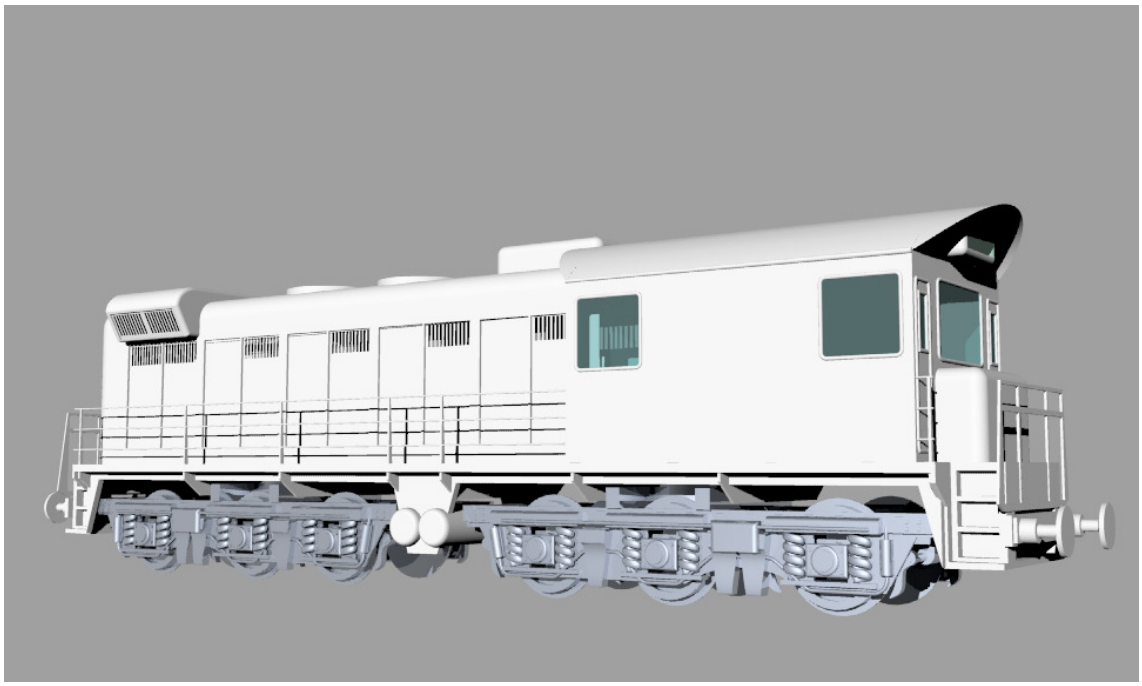


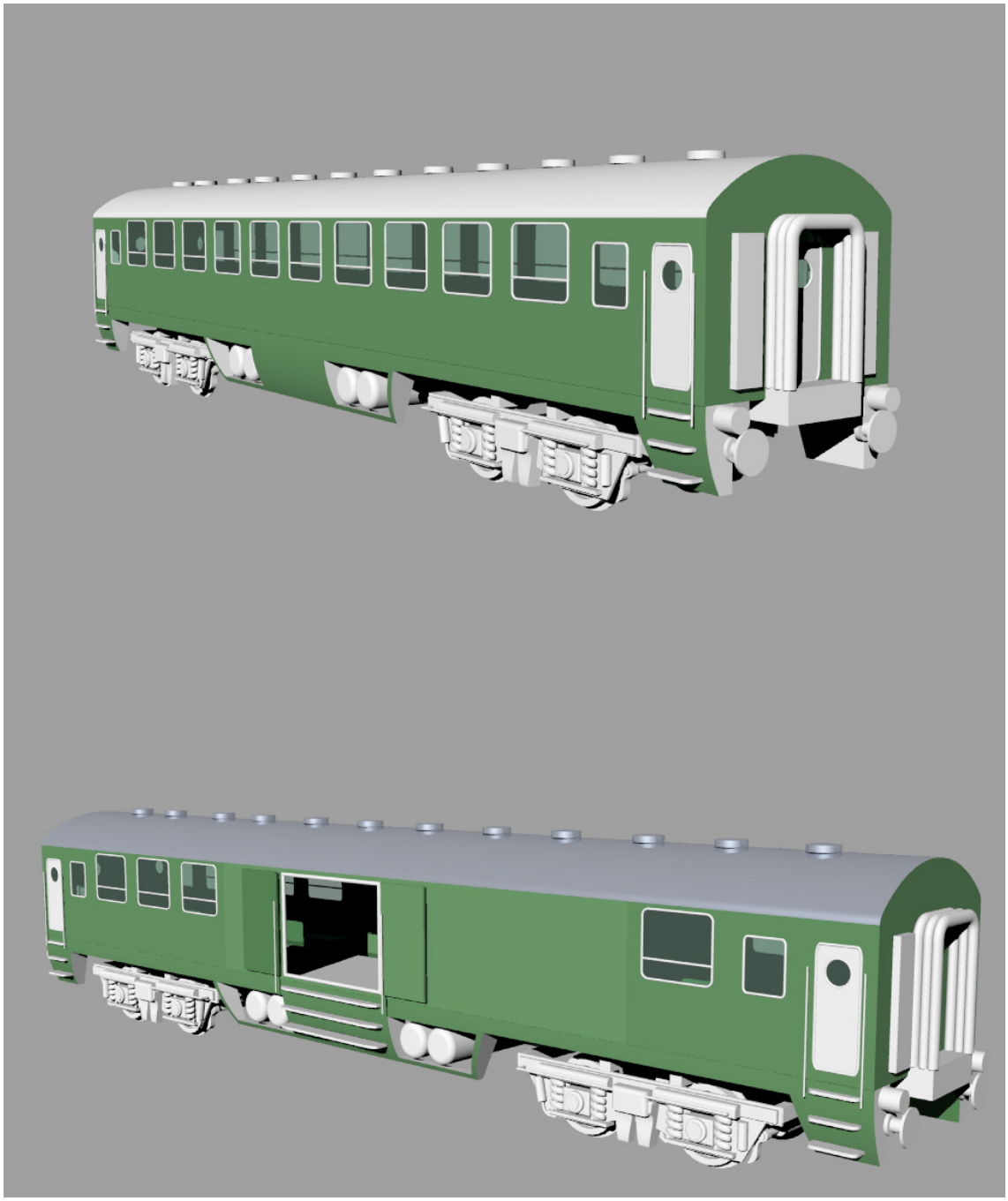
Locomotora Electrica de dos bogies .



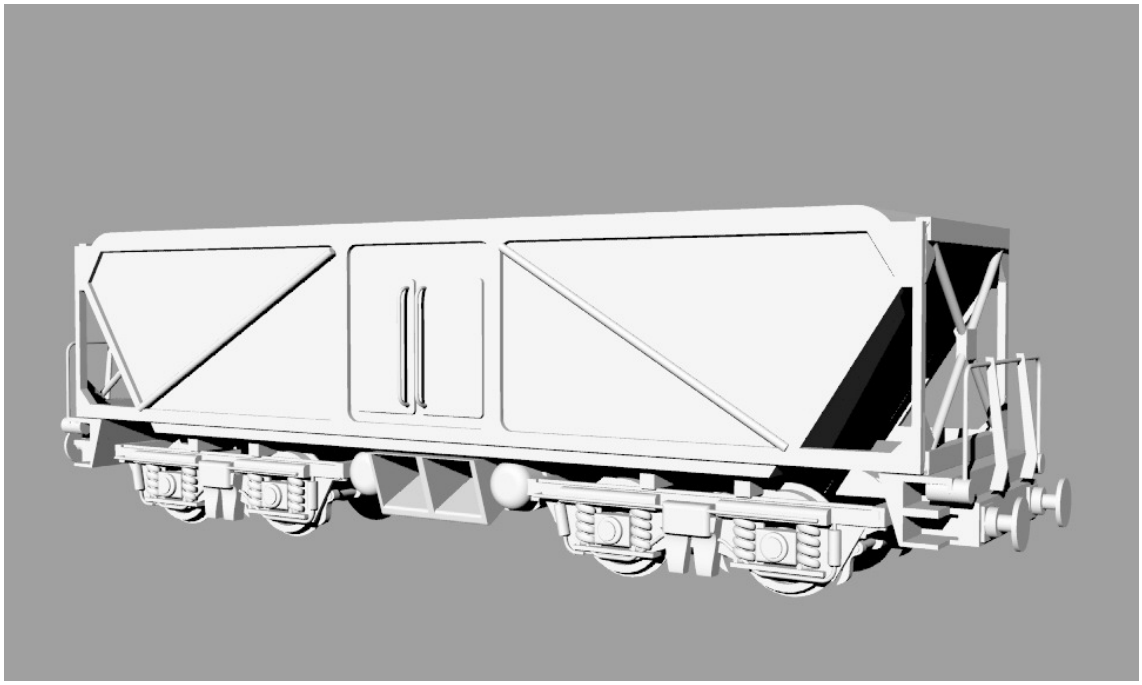


Locomotora electrica de maniobras .



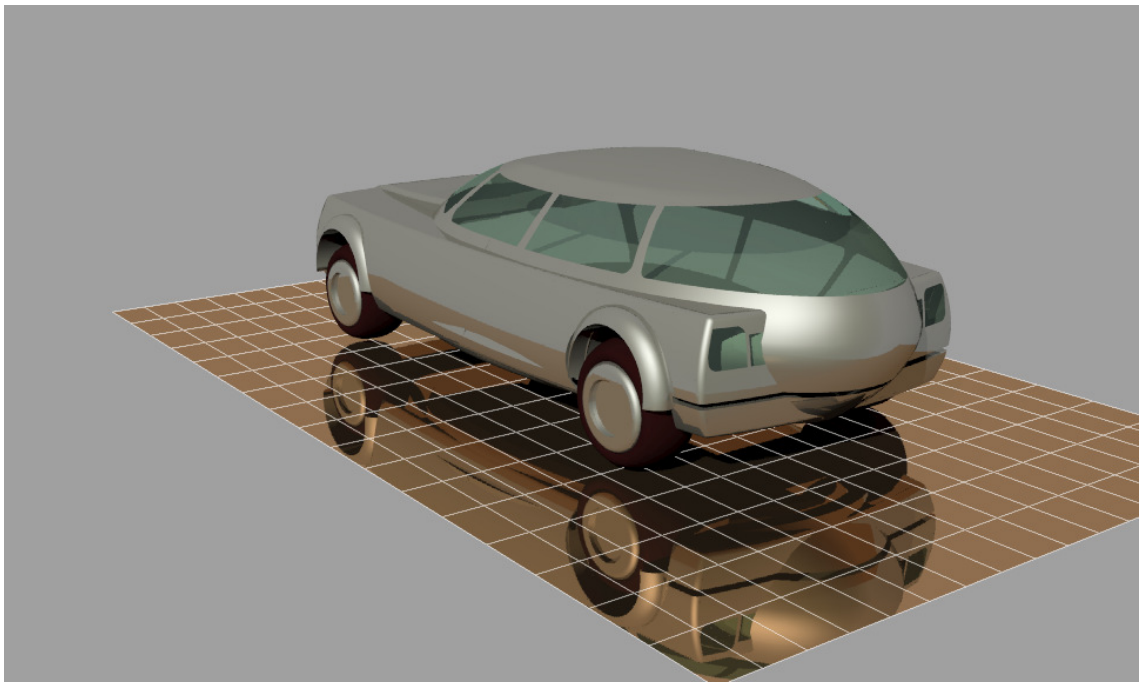


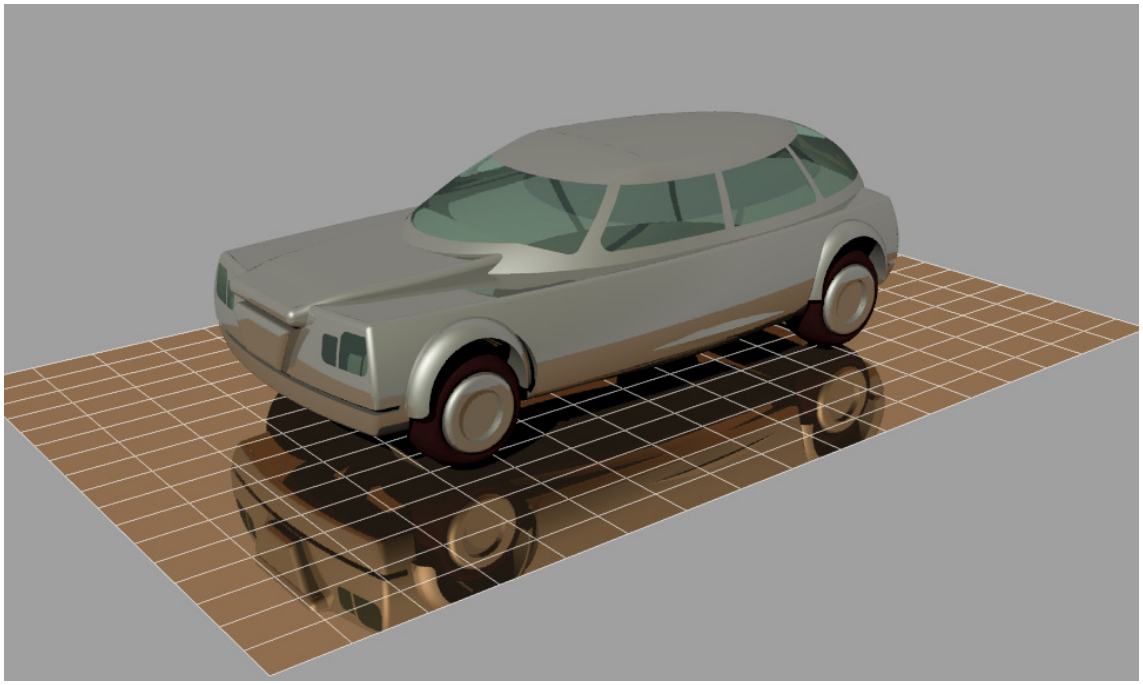
Vagon de pasajeros y furgón de equipajes – Coche correos .

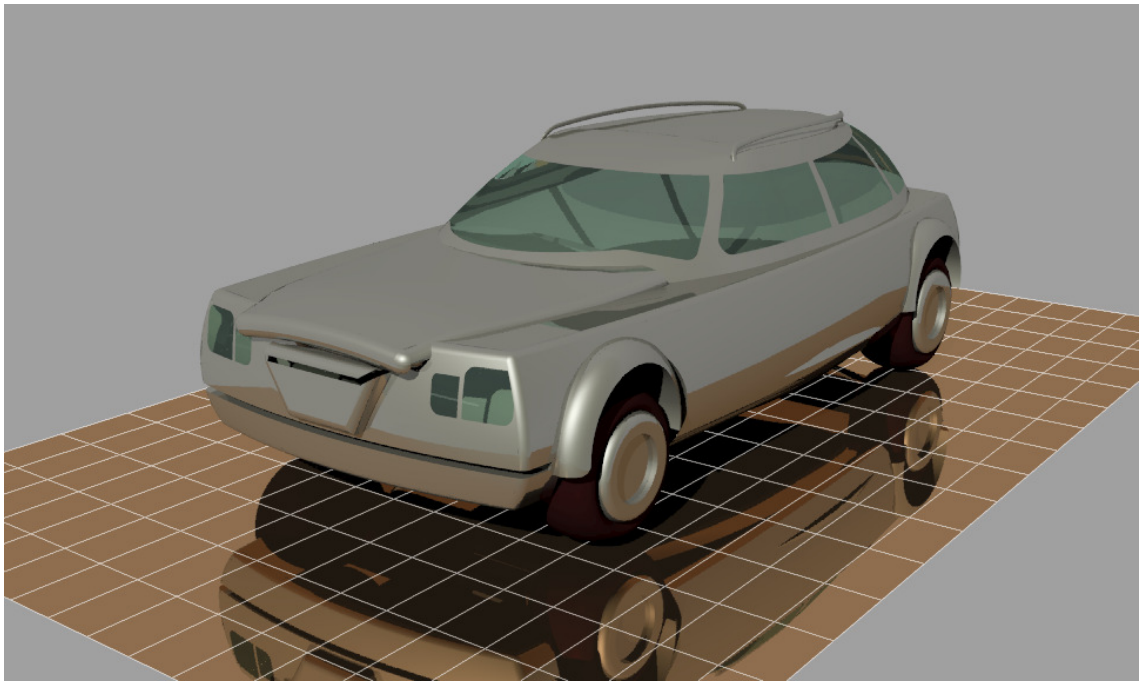


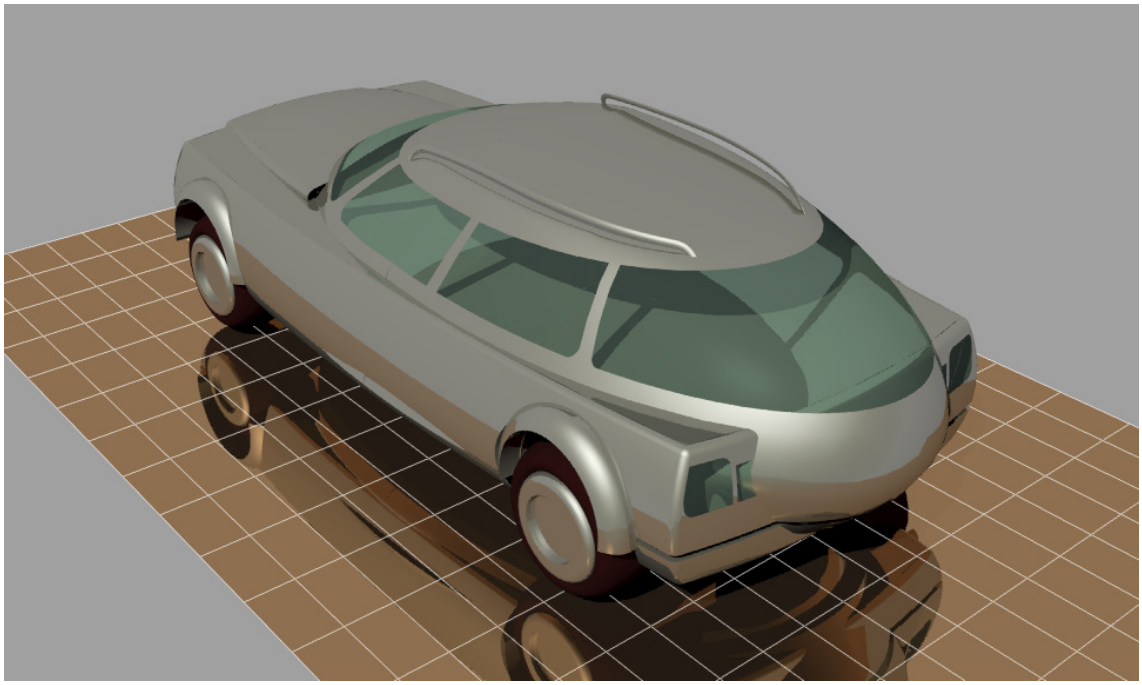
Wagon de mercancias a dos boggies .

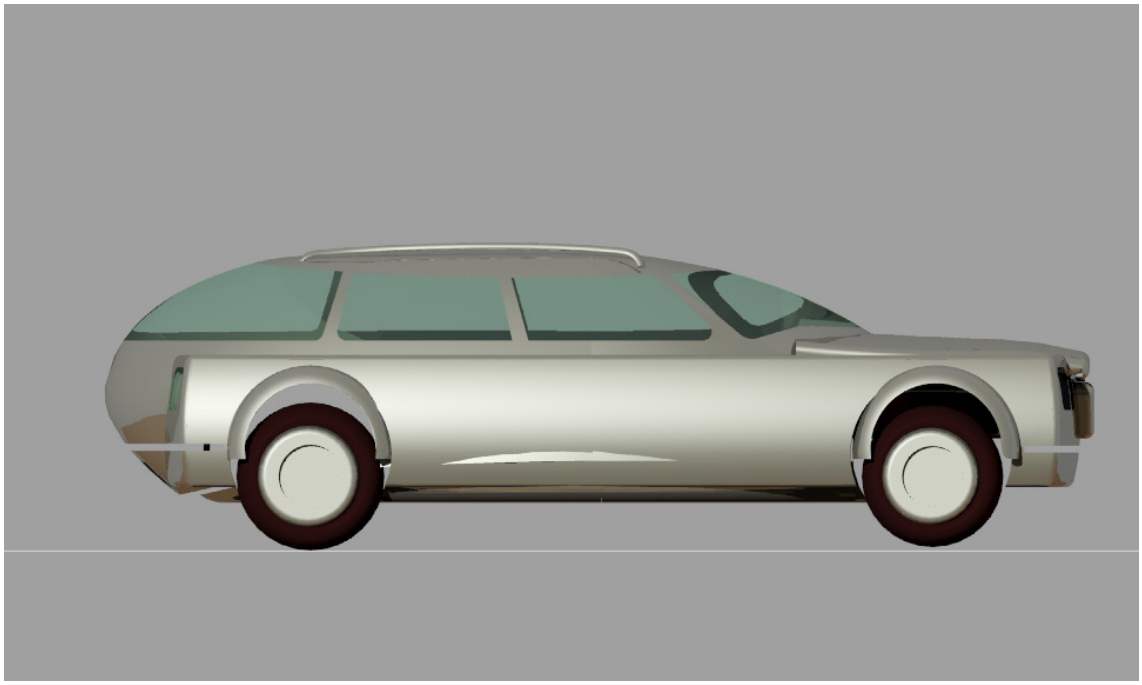
Automovil :











Diseñar y dibujar .

En nuestro idioma , los términos “ Diseño y Dibujo “ están claramente diferenciados , en otros idiomas no tanto . En algunos aparecen incluso mezclados , como en el Inglés .

Para nosotros dibujar es una operación relacionada simplemente con el hecho de “ representar gráficamente “ . Al principio de nuestras edades , los filósofos y científicos griegos llegaron incluso a valorar los razonamientos , por su capacidad de dibujarlos ó representarlos . La celebre espiral de Arquímedes , no fue aceptada por su imposibilidad de ser dibujada con regla y compás . Ahora entendemos que esta curva no podía dibujarse de esa artesanal manera (solo simples aproximaciones a ella) . No por ello dejaba de ser ciencia geométrica .

Mas tarde Durero , presentó su también celebre espiral (que no lo era ciertamente) que era una pseudo espiral (voluta) , ya que estaba integrada por arcos de círculos , y su curvatura era constante a tramos , en lugar de ser cambiante continuadamente . El hecho de poderse dibujar con regla y compás , venció las dificultades de ciencia como espiral . Tuvo un gran éxito y todavía sigue teniéndolo .

Vemos por tanto que los medios y herramientas de dibujo , tienen un peso bastante importante a la hora de dibujar conceptos . Hoy día los medios y herramientas informatizados ó computerizados , se adentran más en términos científicos a la realidad de lo dibujado ó sus posibilidades de aplicación .

Nuestro entendimiento de " DISEÑO " , que puede no tener contactos con las herramientas ó medios del dibujo , tiene una clara direccionalidad " CREATIVA" y entendemos en gran proporción el diseño con la creación . Por consiguiente un diseñador es un creador y si lo hace con la herramienta de dibujo , utiliza este medio representativo , como instrumento , transcendiendo a la simple herramienta .
Ya esto fue entendido a todos los niveles , en casi todos los tiempos y lugares , pero en unos sitios y momentos , con componentes diferenciadas a medida que su oportunidad y aplicaciones fueran más ó menos retributarias , pagadas ó interesadas , que no interesantes .

Cuando la operación de crear estaba asociada con el dibujo y dado que no todo el mundo sabía dibujar , era necesario su aprendizaje y práctica , dirigida al objeto a crear ó diseñar . En la enseñanza de la Arquitectura , era considerado necesario y conveniente , sino formativo (a veces deformativo) aprender primero a dibujar y después a crear dibujando (diseñando) elementos arquitectónicos por medio de ese dibujo . El análisis primero de lo observado ó pensado y después la síntesis hacia su representación (visualizada) fue prioritario y precedente de lo posterior , el objeto arquitectónico .

Los nuevos medios y herramientas , sin ser opuestos en nada a esto , han puesto las cosas más próximas a su verdadera y real situación . Con un ordenador no se dibuja , se virtualiza una situación semejante a la pensada ó creable . Sigue visualizándose , virtualizada y cambiante .

De momento (ya que esta herramienta-instrumento está en sus inicios) ordenador y dibujo tradicional , siguen necesitando un apoyo y base GEOMÉTRICA (un programa de CAD es esencialmente geometría informatizada) , pero es muy posible que este moderno medio cree su propia geometría (que estará naturalmente dentro de ciertos grupos de esa GEOMETRÍA GLOBALIZADA) .

Este es seguramente el objetivo de este trabajo , que en este momento se apoya en los tradicionales medios y herramientas con base geométrica , también tradicional y al mismo tiempo va incorporando esas nuevas geometrías (que ya estaban allí desde largo , de alguna manera) por el uso y manejo habitual de las nuevas herramienta informáticas .

El Dibujo y las líneas .

El lápiz y el papel , al deslizarse uno sobre el otro , hace nacer la línea gráfica . El punto , suele ser una posición , origen ó final de es línea . El punto por sí solo , se asocia a POSICIÓN y estatismo . Cuando se mueve GENERA LA LÍNEA . Esta línea empieza en el origen y termina en el final ó extremos y puede ser CONTINUA ó discontinua , pero al estar sobre el papel es plana (2D) .

La mano , el lápiz y el papel (ó soporte gráfico) , juegan en este caso un papel previo . Pero la mano se mueve a impulsos cerebrales , con mayor ó menor soltura y adecuación a lo representado. De aquí que se considerara necesario su aprendizaje , manejo y habito , para obtener destreza .

En muchos casos , el aprendizaje tenía que comenzar casi de cero , en otros por cuestiones diferentes , existía un punto de partida posterior y más avanzado .El aprender música e instrumentos de " oído " , conllevaba el arraigo de " vicios " , difíciles de eliminar (decían nuestros maestros) , aunque eso está por demostrar en cualquier caso .

Modernamente las LINEAS , se crean en pantalla con un ordenador y programa .

Podemos distinguir , sin entrar en definiciones más exactas . los siguiente tipos de líneas :
Repetimos que esta simple clasificación (distante y distinta de las tradicionalmente utilizadas) obedece a una visón mixta de ciencia y herramienta , que para algunos pueda no ser ni completa ni correcta .

01- Líneas ó segmentos rectos : definidos por su extremos , inicio y final (dos puntos).
Se dibujaban con la regla . Es la más sencilla y simple , quedando definida solo por estos dos únicos puntos extremos . Apareceran puntos internos que dividirán este segmento en distintas proporciones (mitades con el punto medio , proporción áurea ,.. etc)

02- Línea curva plana 2D : podemos admitir dos grupos :
021- Primitivas tradicionales : círculos , arcos , cónicas etc.
022- Curvas planas con ley matemática (ecuaciones ..)
023- Curvas planas libres (irregulares ó sin ecuación)

Las 021 primitivas , aparecieron inicialmente , figuran en todos los programas de CAD y son de trazado automatizado . Los compases , elipsografos .. etc sirvieron para su dibujo . Se han utilizado a lo largo de nuestra historia .

Las 022 , quedaban definidas por sus ecuaciones y también así podían ser dibujadas . Modernamente existen programas informáticos para sus trazados . Son más cientificadas .

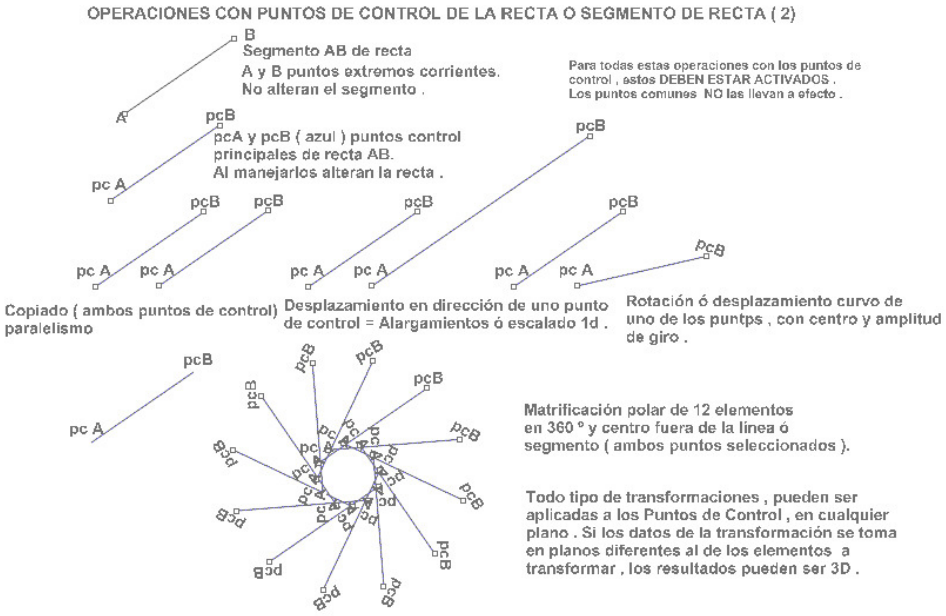
Las 023 , son trazadas por medios auxiliares ó a mano alzada . Se las denomina " curvas libres " En muchas ocasiones .
Todas estas curvas , pueden ser consideradas en dos ó más grupos , pero son características de uno de ellos , a groso modo naturalmente .

Todas estas curvas tienen PUNTOS de CONTROL ó edición , que permiten sus transformaciones y manejo . Estos puntos de control , conocidos desde antiguo , sirven para deformarlas controladamente y adecuar sus geometrías a fines determinados . Estos puntos de control dependen de su generación y tienen un número mínimo en cada caso . La desaparición de estos puntos de control mínimos , hace cambiar el tipo de curva . **Por ejemplo un circulo , generado por centro , radio y rotación completa (360 grados) tiene 8 puntos de control dispuestos en cuadrado , 4 vértices,cuatro puntos medios de lados (curiosamente el centro NO es punto de control y no aparece) .**
La desaparición de cualquiera de ellos (si es aceptada) deforma la forma , que ya no es un circulo .
Si el circulo esta generado por arcos independientes conectados ,sus puntos de control difieren .

03- Líneas alabeadas 3D : Se podían dividir en los mismos tres grupos anteriores .

Vamos a pasar a tratar de cada grupo en particular y dado que las de cada grupo pueden aparecer en los otros , especificaremos claramente sus singularidades .

01-La Línea ó segmento recto:



Sus puntos de control iniciales (de origen) SON UNICAMENTE DOS , los dos extremos . Si tratamos de eliminar uno de ellos (activados) , la recta se transforma en un SOLO PUNTO . La forma recta de 1D (una dimensión) se reduce al punto de dimensión 0 (nula) .

La recta puede ser alargada , girada , rotada ó desplazada , moviendo ambos puntos (desplazar) , girada si se giran ambos puntos con un origen determinado y amplitud de arco , rotada alrededor de uno de sus dos puntos (girando el elegido) y alargada según un escalado 1D (estirado) . Puede ser copiada
(paralelas) y multiplicadas (copias en matrices rectangulares ó polares) 1D, 2D ó 3D .
Aparte de estas operaciones , pueden introducirse más puntos de control en su tramo interno . El **desplazamiento de estos puntos nuevos ó su transformacion , dará lugar a nuevas líneas híbridas :** Polilíneas , quebradas de tramos rectos pero unificadas , son elementos completos , que por explotados pueden separase ó juntados , reintegrarse . **Como posteriormente veremos , estas operaciones realmente informatizadas , son muy útiles en el diseño , requiriendo un tratamiento especial .**

Es un elemento , bastante rígido y pobre , para el diseño , comparado con los otros a tratar . Es ortopédico yha sido constructiva y arquitectónicamente hablando , muy utilizado , en parte por su simplicidad , sencillez y ausencia de conocimientos geométricos , a parte de su fácil traslado a los sistemas constructivos y estructurales lineales , ó formados por rectas .

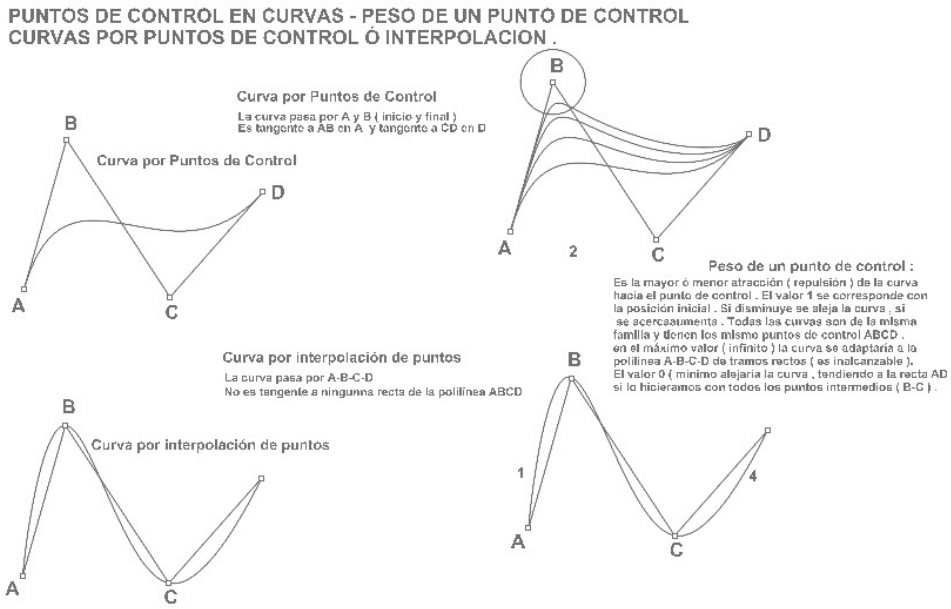
02- Las líneas curvas planas primitivas : con ecuaciones conocidas .
021- El circulo : **con centro y radios determinados . Ecuaciones conocidas y procedimientos de trazado herramental (compases y cuerdas) . Existen en todos los programas de CAD . Una amplia casuística barre diferentes planteamientos (centro y radio , diámetro , por tres puntos , por tangencias .. etc) satisfacen al más exigente .**
022- Las cónicas : **La elipse , la parábola , la hipérbola , y sus degeneradas , rectas . Son antiguas conocidas y aplicadas , como secciones planas de conos , cilindros y cuádricas , que en su momento veremos .**

A estas se suman otras curvas , también muy conocidas y aplicadas ; Espirales , cardioides , de rodadura .. etc .

El uso de estas curvas , se corresponde con su conocimiento y tratamiento científico , evidentemente , así cono su traslación a la física natural y a la construcción materializable .

En especial aparecen modernamente curvas , que pueden no tener ecuaciones conocidas como la primitivas , también planas 2D ó 3D , que se trazan por medios de puntos de control presetablecidos .

0211- Por puntos de control arbitrarios : La curva se ajusta estos puntos , conteniendo al primero y último y siguiendo unas tangencialidades en los interiores SIN PASAR POR ELLOS .
Se la puede denominar como curvas de BEZIERS y constituyen la base del diseño POR CURVAS de objetos en la actualidad . **Van a constituir nuestro gran caballo de batalla .**



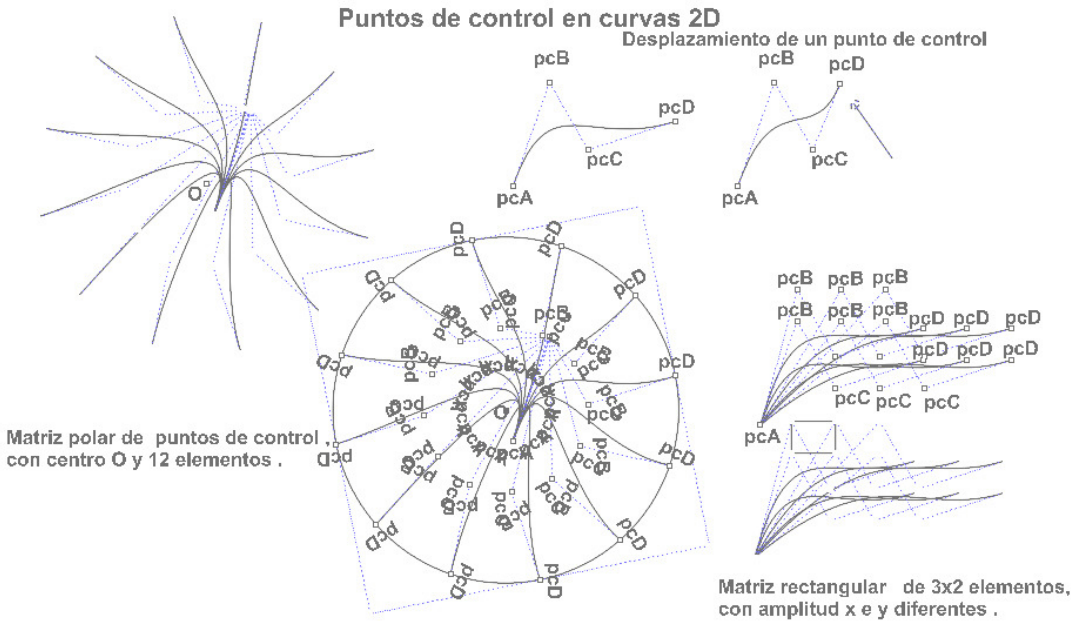
Generada la curva por Puntos de control , puede modificarse por medio de PESO de estos puntos de CONTROL . **El peso puede entenderse como la atracción ó repulsión de la curva hacia este punto de control . Pueden generarse familias de curvas , con esta propiedad . Estas familias tienden a la polilínea de puntos , o bien a la recta entre el origen y final , si se aplica a todos los puntos interiores ,siendo estas familias muy interesantes a la hora de diseñar con líneas . Quiere esto decir que los limites de estas curvas definidas por puntos de control son : la polilínea que los recorre . o la linea que une el primer punto con el último .**

Tiene también como veremos , singular importancia el polígono que las envuelve y sus posibles diagonales . En nuestro caso de cuatro puntos A-B-C-D , sería el cuadrilátero y sus dos diagonales . En su momento se volverá sobre este importante tema .

Análogas propiedades , pueden asociarse a las curvas definidas por interpolación . Los puntos de control de estas curvas por interpolación , se multiplican y no coinciden con los de edición .
En su momento haremos una critica de ambas formas de generar curvas y sus relaciones .
El manejo y control de estas propiedades , suministrará nuevos elementos eque permitirán racionalizar el diseño ó dibujo con **LINEAS .**

Como ya hemos indicado , los puntos de control , edición ó interpolación , pueden manejarse con todo tipo de movimientos ´, operaciones ó transformaciones , dando lugar a familias de curvas que resolverán las condiciones impuestas ó condicionantes del diseño .

Si estas líneas se utilizan para el diseño de objetos 3D , es evidente que estas generarán a su vez , transformaciones familiares de formas 3D (superficies , mallas ó sólidos) . El diseño del objeto se racionaliza por tanto y se obvian caprichos ó intuiciones , que pueden ser controlados .



0212- Por puntos de edición ó paso : La curva se adapta al primero y último y PASA POR EL RESTO , ADAPTANDO SUS TANGENCIALIDADES A ELLOS Y LOS CONTIGUOS .

Estas curvas pueden tener ecuaciones , pero suelen utilizarse sin necesidad de ellas , con MANEJADORES Y CREANDO FAMILIAS DE CURVAS (2D ó 3D) , que siempre tendrán unas leyes de familias y transformadas . **SERAN LAS MAS AMPLIAMENTE TRATADAS .**

03-Líneas alabeadas 3D : Pueden tener ecuaciones ó ser aparentemente irregulares (nurbs) . Pero se caracterizan por se curvas tridimensionales . Pueden ser definidas por puntos de control , de edición u otras generaciones . Salvo las espirales , no suelen estar incluidas entre las primitivas , pero son fáciles de generar y transformar , como posteriormente veremos .

Por último presentamos las denominadas " CURVAS LIBRES " sin razones aparentes , razonamientos , condicionamientos a priori . Quedando esta postura para los creyentes en las musas y hadas ó solucione mágicas , que no lógicas ó razonables .

Estas curvas a mano alzada ó libres, contienen una cantidad CAÓTICA de puntos de control ó edición , caprichosamente dispuestos . Su múltiple transformación , por pequeña que sea producirá resultados impredecibles e impensados , de una lotería (caos) . No obstante ha sido muchas veces la preferida de aquellos que las intuyen de forma acertada . Los genios han existido ,existen y existirán , pero son pocos y elegidos .

De cualquier manera , o con cualquier otra clasificación , para el diseño de un objeto 3D , pueden utilizarse CURVAS ó LINEAS , que pueden aceptarse de entre las primitivas , por puntos de control ó cualesquiera . Si elegimos las primitivas , partimos de situaciones ya preestudiadas y con ciertos grados de seguridad en los resultados y evoluciones . Pero evidentemente estarán condicionados de origen . Partiendo de líneas por puntos de control ó edición , podremos

condicionar de entrada el diseño y si lo hacemos " por libre " estaremos corriendo un riesgo por aceptación de inadecuaciones , salvo la consabida " inspiración " tan aceptada y orgullosa .

Este método clásico , puede seguirse con la nueva herramienta . Puede enumerarse como :

METODO DE DISEÑO POR LINEAS DEL OBJETO

Y admite la variante de utilizar como líneas de partida ACEPTADAS primitivas .

Por experiencia y contacto con mis alumnos , surge siempre la misma pregunta ante el hecho de diseñar :

DONDE ESTAN ESAS LINEAS DE DISEÑO DE PARTIDA

Sería conveniente , acudir a algún ejemplo claro , donde de esas líneas nos han quedado constancias claras . Además en el caso que vamos a presentar (claramente aceptado) , concurre la circunstancia de no haber sido tratadas con las herramientas informáticas , que ahora disponemos .

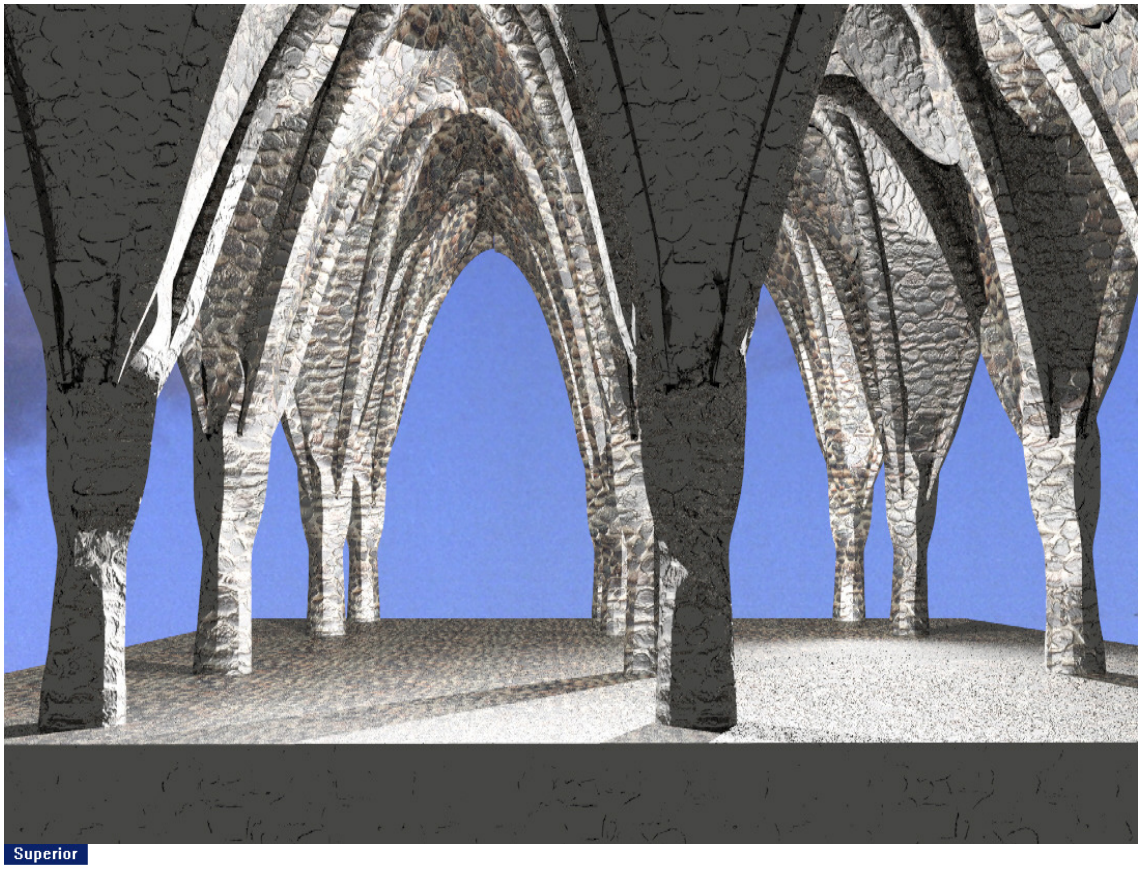
Nos referimos a Antonio Gaudí .
Cualquier observador y analista de las variadas obras de este genio universal , ve estas líneas ya cristalizadas en sus obras . Familias de líneas (casi siempre curvas) , aparecen en todas ellas y pueden verse fácilmente sus asociaciones y composiciones . Pero una cosa es verlas en sus obras y otra pensar en su creación , sobre todo al principio .

Preguntado en múltiples ocasiones acerca de sus fuentes de imspiración y donde estaban estas líneas y formas , solía respoder , no siempre de buenas y educadas maneras :

..... ESTAN EN LOS LIBROS Y EN LA NATURALEZA , NO HAGO MÁS QUE IMITARLA ...

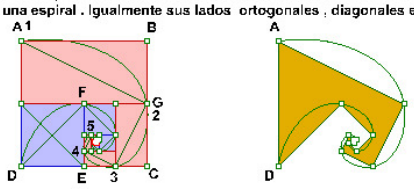
Cuando decía " los libros " probablemente se refería a los de geometría y matemáticas , además de los de materiales y construcción , e incluia los de historia y filosofía del arte " y difícilmente excuiría a alguno de los por el estudiado . Sus enemigos , trataban de aclarar que se refería a su mente , olvidando que su mente era fruto y consecuencia de esos mismo temas naturales .

Antonio Gaudí estudió Ciencias naturales y observódurante miles de horas a lo natural y sabia ver todos estos temas en lo natural que le rodeaba . Lo analizaba y respondía con sus líneas geométricas , adecuadas al hecho estudiado de diseño . Esas líneas , dibujadas ó maquetadas en su taller , generaban más tarde sus formas de familias de objetos familiares al tema y acababan cristalizando dentro de sus posibilidades cosntructivas y materializables , en las manos de maravillosos artesanos y amigos obreros . Y todo ello con el " ordenador " que había en su cabeza y bancos de información a través de sus sentidos (todos) . Ahora tenemos máquinas que facilitan el trabajo y nos hacen ganar tiempo y seguridad , amén de almacenamiento .

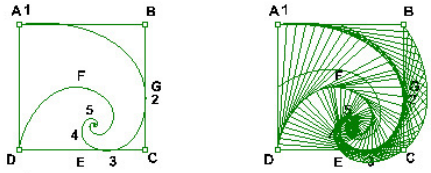


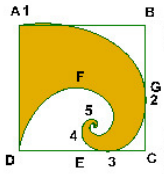
PhiESPIRALES - ESPIRAL DORADA-ESPIRALES CUADRADAS

Si suponemos un cuadrado (regular ó no y cualquier número de lados) ABCD y le adosamos otro FGCE , mas grande (o pequeño) segun una determinada proporcion (en este caso 1/2 = 0.5) y reiteramos esta ley de decrecimiento , y adosamiento , TODOS LOS ELEMENTOS de estos cuadrados correspondientes generan una espiral . Igualmente sus lados ortogonales , diagonales etc .



Con estas curvas podemos componer formas planas , en mosaico , que siempre estarán compuestas .

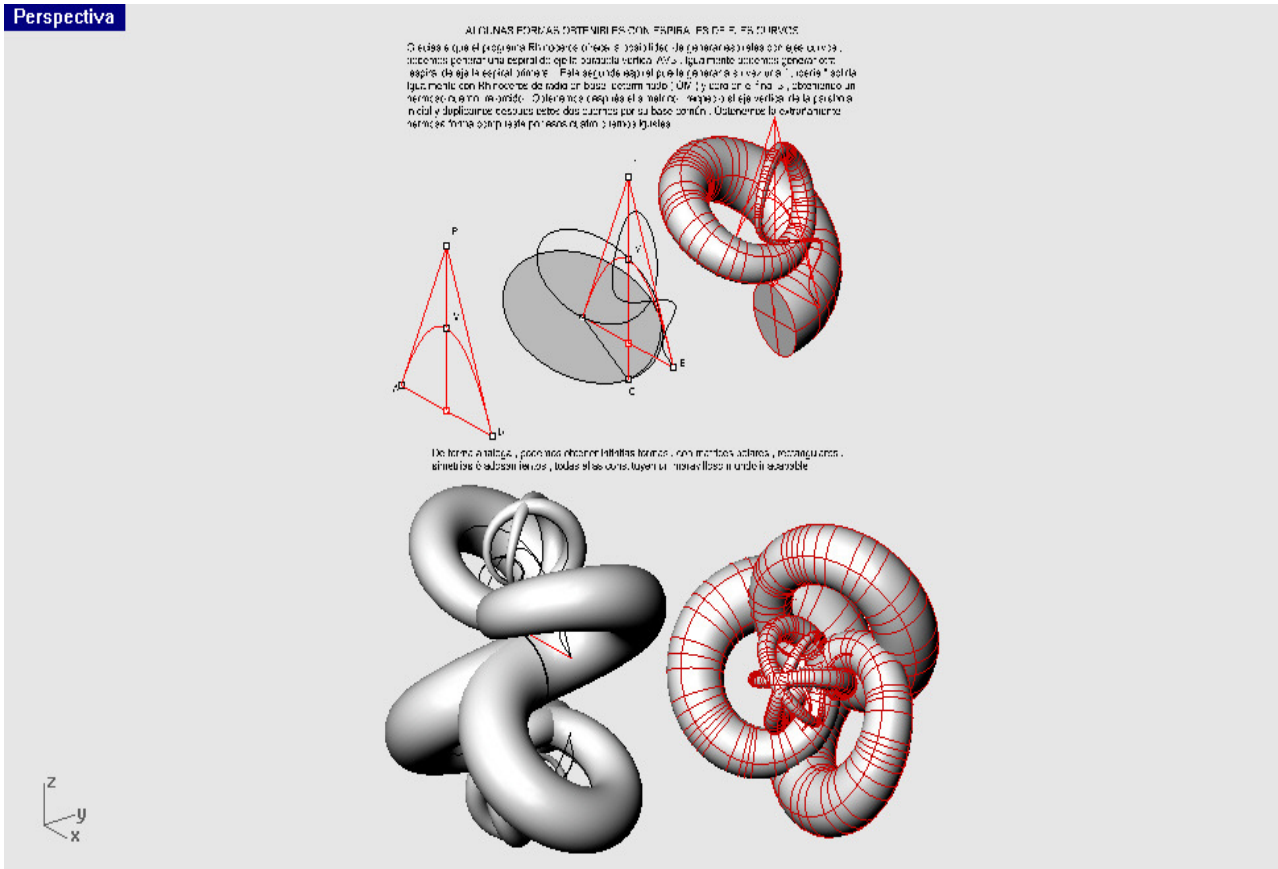


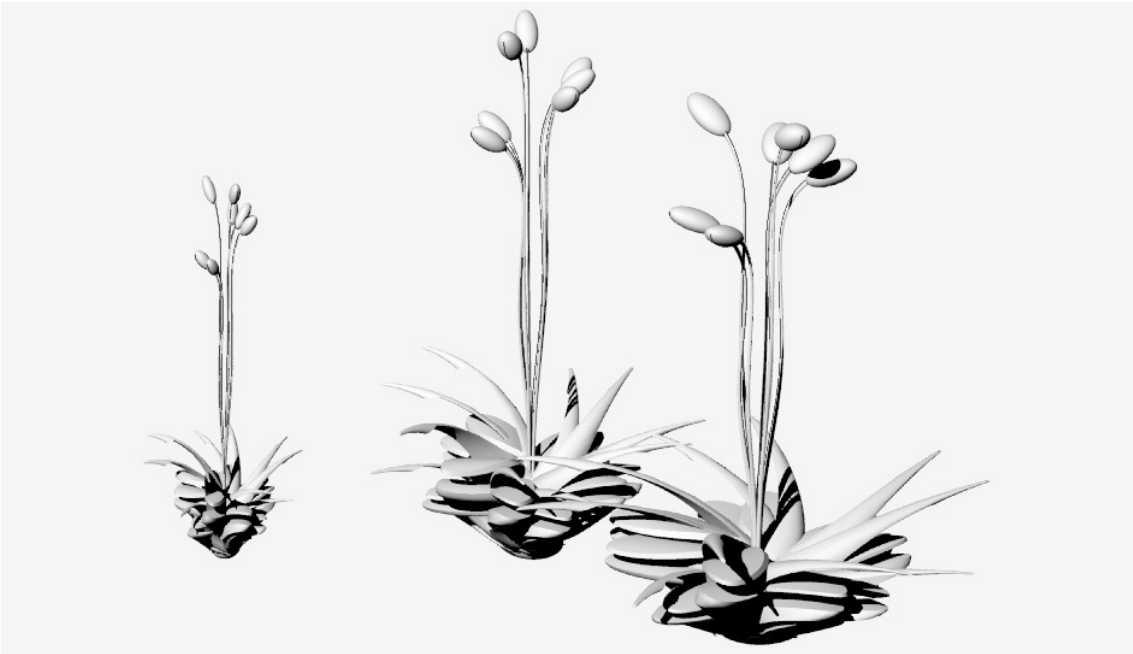


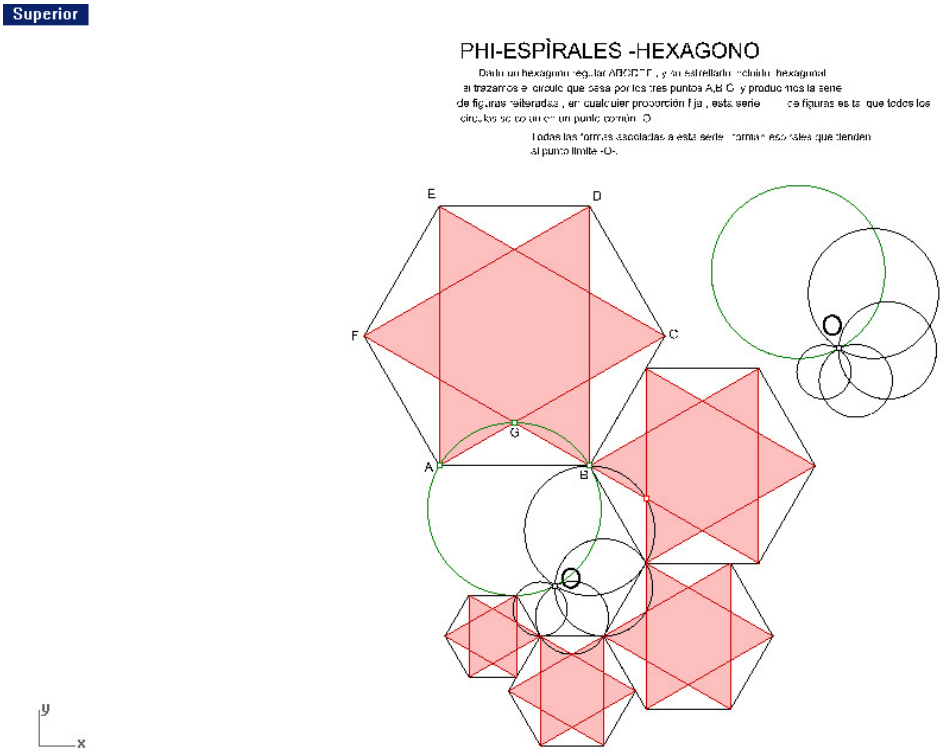
Estas formas pueden formar partes 1D , 2D ó 3D , en composiciones lineales , superficiales ó volumetricas .

En esta lamina se representan dos de las posibilidades quedando par el lector su análisis y montajes , para diversidad de aplicaciones . Algunas de ellas se presentan en la lamina siguiente .

y
x


Perspectiva
P
A
B
C
E
Z
y
x





AQUÍ estan esas líneas , solo hay que buscarlas y adecuarlas bajo el arte , la ciencia y la religión de la naturaleza , transformada por el hombre .

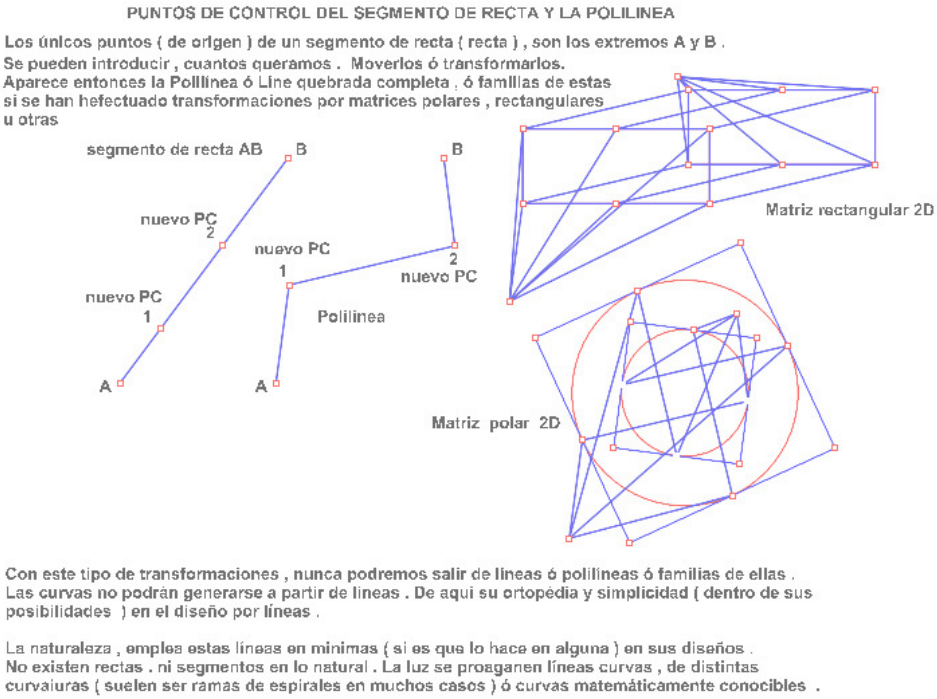
Quiere esto decir , que el espacio , sus formas , sus funcionalidades , su tiempo , sus materiales y sistemas cosntructivos y sus ciencias , deben suministrar en cada hecho , esas líneas . El que quiera ver que vea , el que quiera oir que escuche y hasta el que sepa saborear que saboree . A buen entendedor con pocas palabras basta ... . **Que es necesaria la intuición , imaginación , creencias y demás , Esta claro , pero más claro es que el que no las tiene ó las tiene que desarrollar y habilitar , se le debe indicar un camino ó medio razonado ó razonable .**

Pasamos pués , a desarrollar esta metodología de diseño de objetos geometría por líneas , mediante el dibujo ó la elección de primitivas con la nueva herramienta informática .

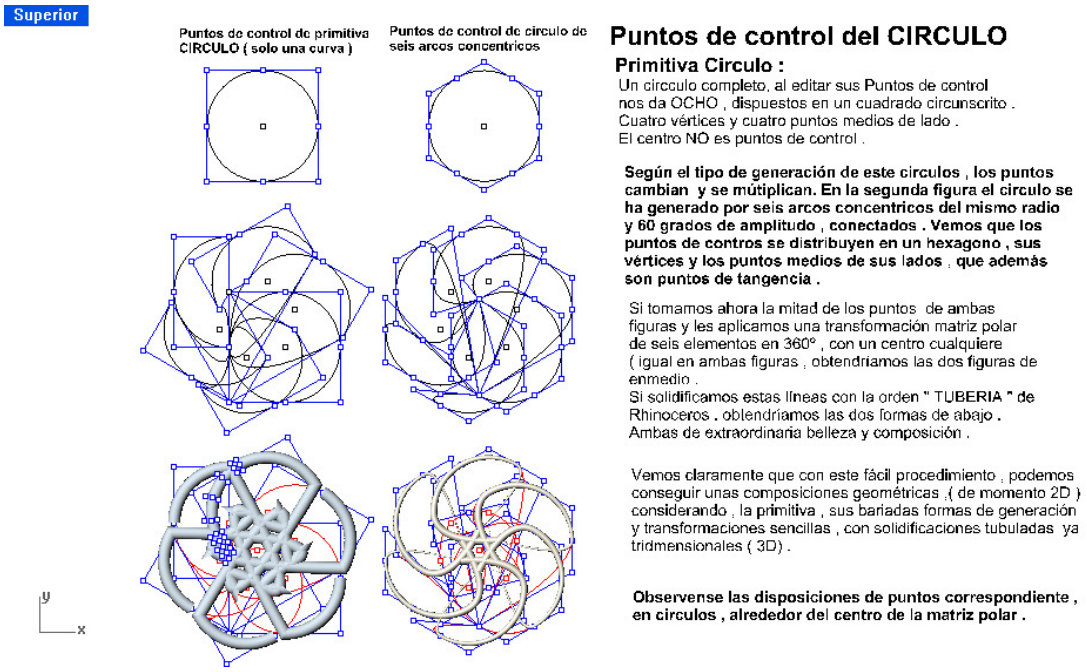
PUNTOS DE CONTROL DE LINEAS CLÁSICAS PRIMITIVAS .

Vamos a entrar en detalle , la presentación de los puntos de control de figuras clásicas y tradicionales en nuestra historia . Líneas que han sido estudiadas y tratadas , para sus aplicaciones compositivas y formales 2D y 3D . Comenzaremos por la LINEA , después el CIRCULO y CIRCUNFERENCIA y después las CONICAS . Posteriormente otras curvas como LEMNISCATAS , CARDIOIDES , OVALOS y otras , también muy conocidas y utilizadas . **Trataremos de justificar su uso en todo caso .**

La LINEA y la POLILINEA :



El CIRCULO y la CIRCUNFERENCIA :
Primer análisis y aplicación 2D , básica :

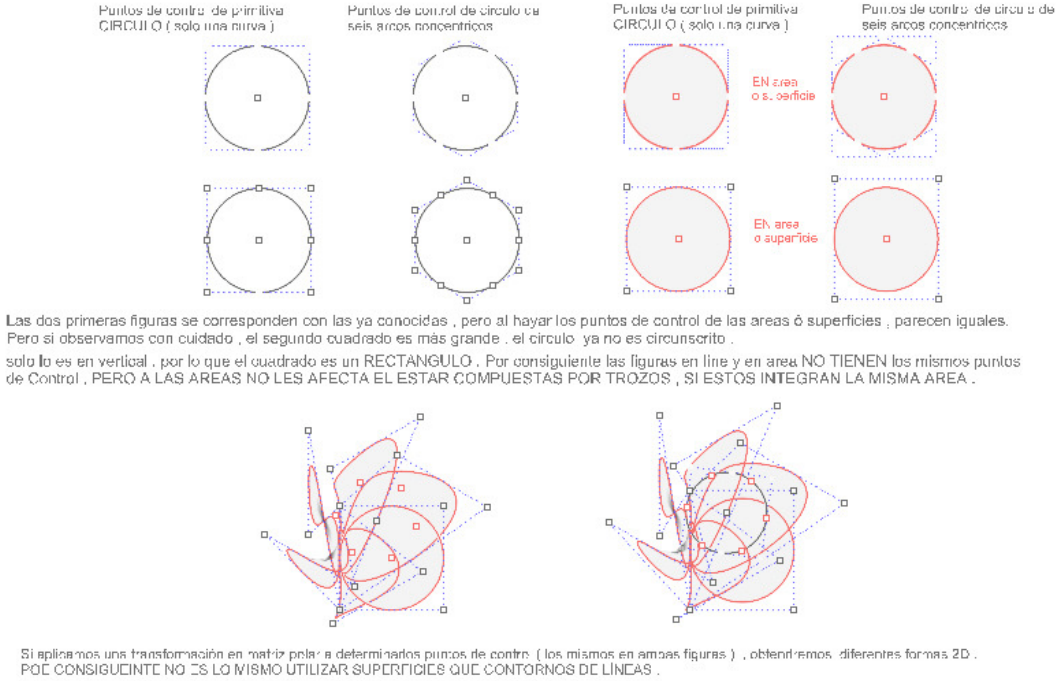


La aceptación del circulo , como cosa única , veremos que es de una parquedad y pobreza casi olvidada . Cuando con el compás la dibujábamos , parecía estar todo dicho al observar el resultado y en todo caso nos limitábamos a descomponerla después en " trozos " ó arcos .
Cuando consideramos las múltiples maneras de considerarla (como línea completa , como partes ó arcos ó como área ó superficie) nos aparecían otras propiedades y números asociados , que en muchos casos **solían (de conocerse) ser simplemente aceptados , como tal .** Solo los geometras ó matemáticos , se sentían inclinados a ver que más cosas estaban dentro .

Con la aparición de los PUNTOS DE CONTROL , que dependían de su generación multiplicada ó primitivismo , fuerzan a su análisis . En esta lámina se mustran unos primeros resultados , elem,entales , que desde un punto de vista sugerencial y de aplicación , **ya nos hacen sentir más interesados .**

Primero veremos composiciones 2D (planas) qye después se iran a 3D y posteriormente se generarán directamente en Líneas alabeadas 3n 3D de origen .

Estamos acostumbrados a ligar de manera automática un superficie ó área , a su contorno delimitados (línea) , PERO CUANDO UTIIZAMOS SUS PUNTOS DE CONTROL , VEREMOS QUE SON DIFERENTES Y QUE LAS PROPIEDADES PARA UNOS , NO SON EQUIPARABLE PARA LOS OTROS . **El concepto línea y área delimitada , NO SIEMPRE SIGNIFICAN LO MISMO , como posteriormente entraremos en detalle , cuando hablemos de áreas positivas ó negativas y sus Inter. - operaciones .** En la siguiente lámina se podrá ver claramente parte de lo dicho .

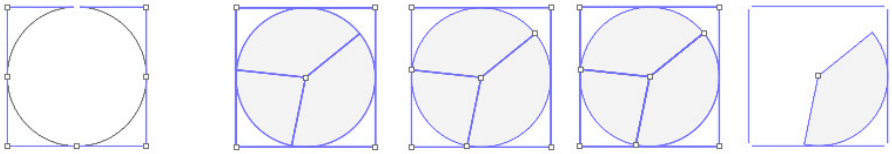


Será importante , al tratar de los puntos de control , considerar si estos son de **Líneas , áreas , superficies (2D ó 3D) ó mallas , YA QUE LOS SÓLIDOS (POLISUPERFICIES CERRADAS) NO TIENEN PUNTOS DE CONTROL . Son por tanto objetos sin posibles transformaciones por puntos de control .**

Lo anterior es muy importante , ya que al no poderse transformar sus inexistentes puntos de control , solo los podremos transformar con otro tipo de operaciones
.

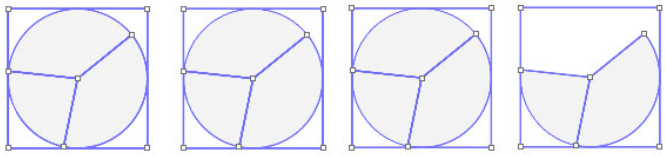
Puntos de control de primitiva CIRCULO (solo una curva)

Los puntos de control de areas , permanecen aunque este area se fragmente en partes , como si el area origen permaneciera entera . Cualquiera que sea la curva de corte .



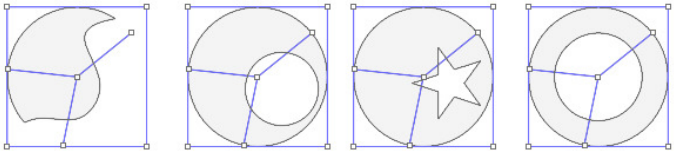
Las distintas transsformaciones de areas y líneas y sus diferentes propiedades , pueden ser utilizadas en el diseño informatizado , de manera controlada , pero de manera automatizada .

Las forma en superficie y sus infinitas fragmentaciones ,no alteran los puntos de control de las formas originales .

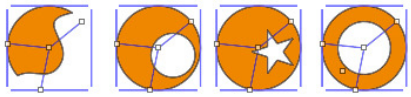


En la lámina se ofrecen diferentes manera de hacer eslas fragmentaciones .
En la siguiente se utilizarán algunas paracomposiciones diferentes

Obsrevense las bellas composiciones así , obtenidas , fruto de sus relaciones geométrico - matemáticas .

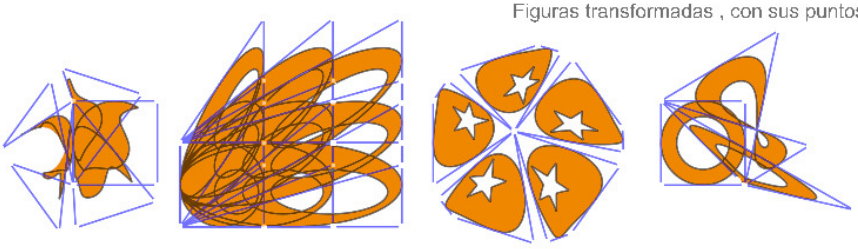


EJEMPLOS DE ALGUNAS TRANSFORMACIONES DE LAS FIGURAS ANTERIORES



Figuras originales , con sus puntos de control

Figuras transformadas , con sus puntos de control



Las transformaciones utilizadas , con Rhinoceros , de grupos de sus puntos de control (activados) , han sido matrices polares y rectangulares (en 2D únicamente) con centros y número de elementos cambiantes .

Las CONICAS :

Aunque la circunferencia y circulo , son en realidad Cónicas y también las rectas (degeneradas) , realmente se toman por estas a : La ELIPSE , La PARÁBOLA y La HIPÉRBOLA . Aparecen de antiguo y se las puede centrar como secciones del Cono cuádrico , Por este motivo aparecen como CONICAS .

Los medios para sus dibujos , han sido artilugiosos e ingeniosos (método del jardinero , elipsografos .. etc) .Han sido muy utilizadas en el diseño por líneas , n todas la culturas , ciencias y religiones , con valores de ciencia arte y religión . Pasemos a sus puntos de Control .

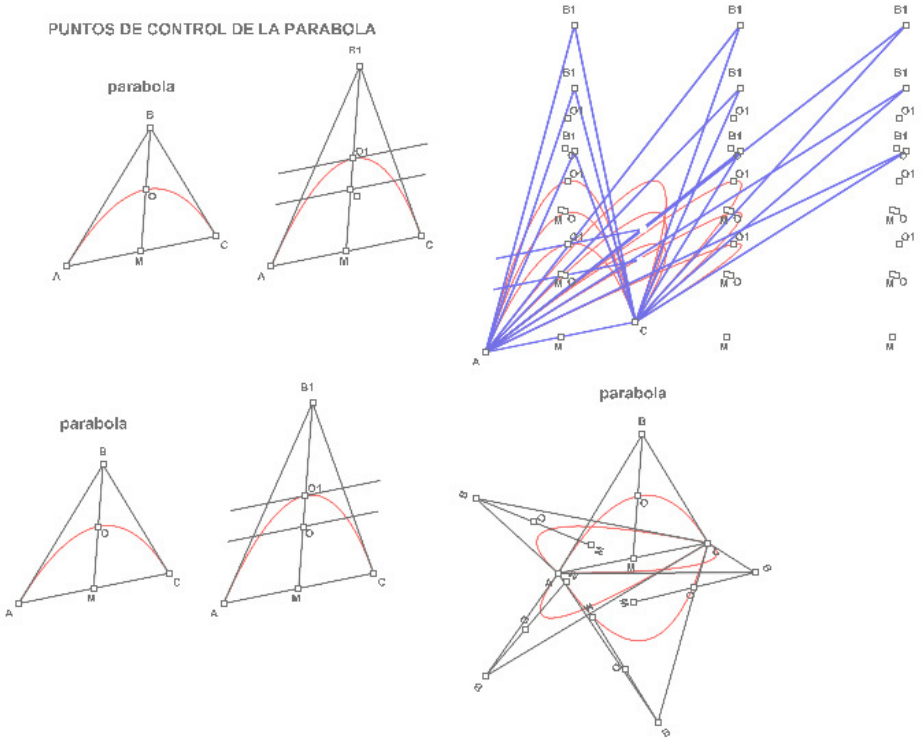
ELIPSE :
Los anteriormente estudiados en el circulo y circunferencia , es integramente aplicable a la elipse (verdadera deformación proyectiva de esta importante curva . Por ello , aunque posteriormente trataremos de ciertas propiedades intrínsecas de esta cónica (como son los focos por ejemplo) .

Todos sus puntos son propios , al igual que en el circulo .

PARÁBOLA :

Cónica con un punto IMPROPIO . Este nos dan , la dirección del eje y el vértice , ademas de que el foco pertenece al vértice y marca unas posiciones natural y físicamente importantes

.



Si tenemos 3 puntos NO alineados A-B-C , y trazamos la curva por puntos de control ABC . esa curva es una parábola . Parte de A , tangente a AB y acaba en C , tangente a BC . El punto O , medio de la mediana BM , es de la parábola y la tengente en este es paralela a AC , que es también paralela media .

Las áreas definidas por la rama de parábola AOC y las rectas AB y BC (por una parte) y las de la misma curva con AC , son mitad una de lña otra ó el doble de la última sobre la primera . Esta curva es por tanto equidivisora del área del triangulo ABC , en os partes , una el doble de la otra . Por consiguiente el área queda dividida en tercios 1/3 y 2/3 .

Si desplazamos cualquiera de estos tres puntos de control (por separado , por parejas ó los tres) se producen nuevas parábolas siempre , con las mismas propiedades dichas .

Podemos actuar también sobre estas áreas , para encontrar sus puntos de control y transformalas por esos puntos .

Las curvas obtenidas al trazar por puntos de control (en nuestro caso 3) y por interpolación de esos mismos puntos NO SON LAS MISMAS , ya que la de puntos de control pasa por los extremos (inicial y final) y la definida por puntos de interpolación pasa por todos los puntos .

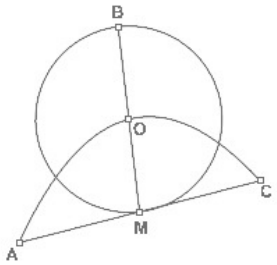
Evidentemente ambas curvas deben estar relacionadas .
Si conocemos estas relaciones , podremos utilizarlas para el diseño .
A continuación , vamos a indicar alguna de estas relaciones , viendo que ambas curvas pertenecen a unas determinadas familias y que ests familias forman curvas de composición , utilizables .

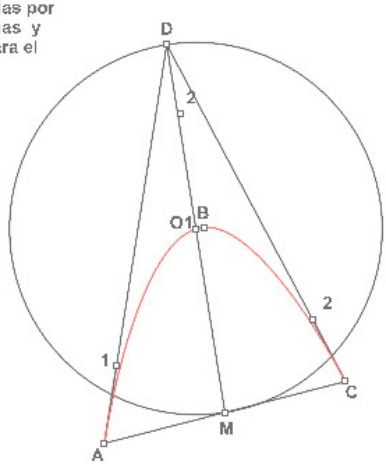
RELACIONES ENTRE PUNTOS DE CONTROLDE CURVAS POR ESTOS E INTERPOLACION E INTERPOLACION

Existen infinidad de propiedades entre las curvas definidas por punmtos de control ó interpolación . Solo veremos algunas y proporcionan composiciones de curvas interesantes , para el diseño gráfico por lineas 2D ó 3D .

Relación -01-

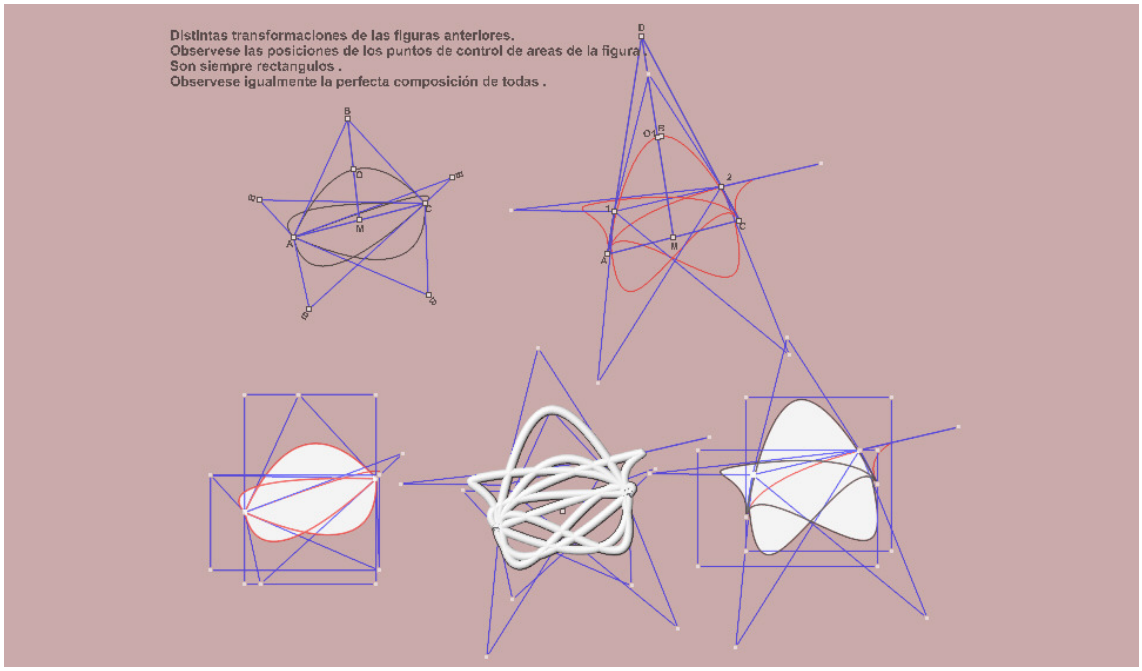
Los tres puntos A B y C , tomados como de control determinan una parabola , inscrita en el triangulo ABC . Esta parabola pasa por el punto medio O de la mediana y es bitangente al triangulo en A y C .





Si hacemos una curva interpolada por los mismo tres puntos A B y C y pedimos sus puntos de control , obervaremos que ademas de A y C anteriores , aparecen los tres 1,2 y 3 . Es decir cinco puntos de control. Si trazamos las rectas A1 y C3 , y encontramos su punto de chaflan ó encuentro D , veremos que el triangulo A D y C , da como puntos de control de unanueva parabola .

Por consiguiente , podemos decir que por tres puntos tomados como de control de una parabola , pasa una curva interpolada , que asu vez es otra parabola . Cuatro de sus puntos de control A,1 ,3 y C , forman un cuadrilátero , cuyos lados A1 y 3C , ademas de ser tangentes en los arranques a la interpolada , prolongados se cortan en el punto D que forma un triangulo AB y D , de puntos de control de la interpolada .



El lector , debe ir acostumbrando sus análisis , a estas composiciones , que evidentemente formarán , al calar en su mente sus facultades de diseñar componiendo . En este aparente caos , todo tiene sus razones , aunque ligerísimos cambios evidentemente, darán resultados imprevistos (en tanto no se vayan dominando , estos mecanismos naturales) .

Observese que se utilizan las dimensiones 0D (puntos) 1D (líneas rectas) 2D (líneas curvas y superficies) y 3D (volumetrías de líneas) . Observese también que cualquier superficie ó área , tiene sus puntos de control , según un rectángulo cambiante , pero que siempre es un rectángulo , al menos en tanto que las curvas sean PARÁBOLAS , de momento .