

LA PROPORCIÓN ÁUREA EN LA ARQUITECTURA

Arq. Alejandro Luis Oliva

1. Introducción

Ordo cum quaedam claritate
Santo Tomás.

Las cualidades que constituyen la belleza de los objetos pueden ordenarse según dos grupos: el primero de un carácter intelectual y que reúne las condiciones de armonía, orden y proporción, condiciones factibles, a veces, de ser reducidas a reglas universales. El segundo, de carácter afectivo, resume la sutil energía íntima que el objeto dimana a través de sus formas y que constituye su expresión o vida.¹

Hacer arquitectura involucra imaginación, armonía, orden y proporcionalidad y es esa proporción la que se encuentra, cuando se analizan diversos edificios en sitios y tiempos diferentes, tratando de abarcar las más diversas culturas y los espacios donde estas se desarrollan. Y a la hora de proyectar son esas proporciones las inducidas por los diversos componentes arquitectónicos y estos a su vez, imbuidos de un carácter afectivo e intelectual.

A través de los años, la popularidad alcanzada por el sistema métrico decimal, ha actuado en detrimento de la pureza y fuerza de las proporciones, las cuales se han perdido en el tiempo, hasta llegar casi a su desconocimiento y anulación total a la hora de proyectar. Es intención de este trabajo, refrescar la memoria sobre la utilización del método áureo de proporciones Φ , pues se demostrará su relevante importancia, al descubrir que ha sido utilizado a través del tiempo, por las más diversas culturas y en sitios con características totalmente diferentes.

En esta primera entrega sobre proporción áurea Φ , se analizan diversos edificios donde se aplica un sistema Φ de proporcionalidad pero solamente en fachada, no así en planta, para poder entender de una manera más simple como funciona el método. En una próxima entrega, se analizarán también las plantas en conjunto con las fachadas, a fin de entender cómo se complementa en ambos análisis el método áureo (Φ).

En todas las figuras se podrá verificar la proporción Φ , por más que difiera la escala del dibujo con el original, pues al tratarse de un sistema de proporciones, siempre se podrá utilizar el compás Φ porque las proporciones no varían, lo que varía es la escala.¹

2. Desarrollo

2.1. Antecedentes

El Número Áureo Φ , o también llamado Número De Oro ya era conocido en las sectas neopitagóricas de la Escuela de Alejandría. Nicómaco de Gerasia, enumerando los 10 tipos clásicos de proporciones, dedicaba preferente atención, como lo hicieron los neopitagóricos, al 10º, que formulaba: $c-a / c-b = b/a$ y que está íntimamente relacionado a la generación de la serie de Lamé.²

1 LOPEZ PADILLA, Carlos A. 1947. "La Composición Armónica Φ en las Formas Mecánicas". *Revista de Arquitectura*. Órgano de la Sociedad Central de Arquitectos y Centro de Estudiantes de Arquitectura. Tomo CCCCIV. Página 403.

2 LOPEZ PADILLA, Carlos A. 1947. "La Composición Armónica Φ en las Formas Mecánicas". *Revista de Arquitectura*. Órgano de la Sociedad Central de Arquitectos y Centro de Estudiantes de Arquitectura. Tomo CCCCIV. Página 404.

La Proporción Áurea o Φ , es una letra del alfabeto griego, pero su verdadero origen es egipcio. Se trata de un número irracional, al que la raíz cuadrada de dos, o el número Pi (π). El número de oro (Φ), se deduce de la serie de Fibonacci en la Edad Media y su representación gráfica corresponde a una espiral logarítmica denominada espiral de Arquímedes. Es una progresión geométrica y base de un sistema logarítmico de base Φ .³

Para Platón, es imposible combinar bien dos cosas sin una tercera; hace falta una relación entre ellas que las ensamble. La mejor ligazón para estas relaciones es el TODO. La suma de las partes como todo, es la perfecta relación de proporciones. Esta es la naturaleza de la relación. Los griegos, llamaban SIMETRÍA a la cadena de relaciones de ritmo armónico, pitagórico y platónico, adoptado para el arte del espacio; tomando como modelo, pauta o medida, al hombre, mediador proporcional del cosmos.

Vitruvio, Marcos Polio, arquitecto romano, años 85-26 a J. C, adopta, lo mismo que toda la escuela romana, la denominación griega, aun cuando para él tiene una significación más compleja.

Vitruvio dice: la SIMETRÍA, consiste en el acuerdo de medidas entre los diversos elementos de la obra y éstos con el conjunto. Dicha simetría está regida por un módulo o canon común, el NUMERO.

Fibonacci Leonardo Da Pisa, matemático de la Edad Media y autor del primer tratado de álgebra escrito por un latino, nos ha dejado la serie de los números ordinales que lleva su nombre, que esclarece Φ la proporción áurea y el número de oro

Los arquitectos góticos y los del primer Renacimiento, llamaban a esta relación CONMODULATIO, que significa relación de módulo, relación de modulación; Proporción, Conveniencia, Elegancia.⁴

Leonardo Da Vinci, 1452-1519, la llama "Proporción Áurea", nombre que se adopta universalmente. Colabora con Luca Paccioli Di Borgo y difunde los conocimientos clásicos, cuyos primeros beneficiados fueron sus contemporáneos. Todo el Renacimiento, por eso se lo llamó así, aplica con sabiduría los conocimientos Greco - Romanos.

Para Valery, es eterno el deseo de concatenar la morfología física y biológica de las formas creadas por el trabajo del hombre, con la sensibilidad humana medida y jerarquizada por la divina proporción.⁵

Proporción áurea significa:

Cortar una línea en dos parte desiguales

de tal forma que

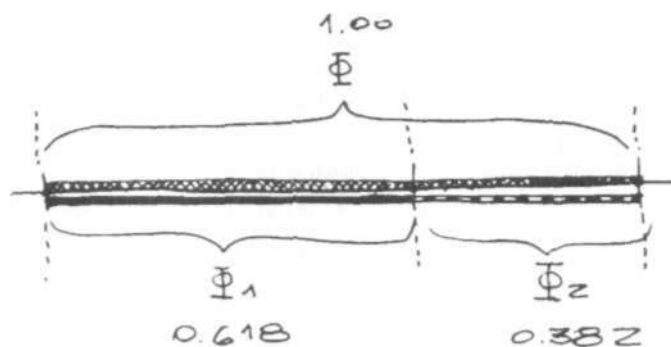
Toda la línea (EL TODO = Φ , sea a la MAYOR = $\Phi 1$,

como la MAYOR sea a la MENOR = $\Phi 2$

3 ESCUDERO, Carlos María. 1985. "Prólogo". *El Número de Oro. Matemática Egipcia Código Universal*. Editorial Pulmón S. A. página 6.

4 TOSTO, Pablo 1969. "Historia de la Proporción Aurea". *La composición Aurea en las Artes Plásticas*. Librería Hachette S. A. página 20.

5 TOSTO, Pablo 1969. "Historia de la Proporción Aurea". *La composición Aurea en las Artes Plásticas*. Librería Hachette S. A., página 21.



En los análisis de las obras que a continuación se detallan, se observará la utilización de un método de proporciones llamado áureo (Φ) correlativo y directo (en la mayoría de los ejemplos), en horizontal o vertical o ambas a la vez, según lo permita el ángulo del dibujo de la obra escogida. Este método correlativo y directo, se lo utilizará por ser el más sencillo para este primer análisis.

Se analizarán las obras, evitando los trazados diagonales, que complican la visualización directa del sistema concatenado de proporciones, como el aplicado en el análisis por diagonales del rectángulo áureo, en la fachada del Partenón (Atenas, 447 a 423 AC, Ictinus y Calicrates),⁶ donde se utilizan 2 trazados diferentes, para llegar al mismo sistema de proporciones.

2.2. Choza Zulu

Antes de que el hombre dispusiera de herramientas metálicas apropiadas para cortar la madera y el metal, se encuentran las primeras cúpulas, construidas con ramas entretrejidas, las cuales eran cubiertas por hojas, paja o pieles, según la disponibilidad local.⁷

La forma de la cúpula, no solo era una respuesta utilitaria de abovedado ante condiciones estructurales o ambientales determinadas, sino además, un concepto de alojamiento que, en numerosas culturas, debe su forma y valores al cobijo ancestral y que solo muy posteriormente, se traduce a formas más permanentes y monumentales con la ayuda de la carpintería y de la albañilería.⁸

Se parte, de analizar en proporción áurea, una forma circular como esta choza Zulu, donde su cúpula es determinante del diseño.

Tal es así, que la construcción permite reunir toda la paja en el vértice superior, recibiendo su acabado y decoración especial atención, tanto para evitar la entrada de agua por ese punto (donde la paja yace horizontal), como porque éste tipo de casas suele portar en su cúspide el abaFana (especie de pararrayo ritual).

El recubrimiento remata en el abaFana, el cual se ejecuta durante las últimas décadas de vida del ocupante de la casa.

Su decoración despliega una exuberancia barroca. En ella alternan diagonales cruzadas, reminiscentes de los diseños de cuentas, con festones de ejecución más propia de hojas anchas que de paja.⁹

6 CHING, Francis D. K. 1979. "Sistemas de Proporcionalidad". *Arquitectura: Forma, Espacio y Orden*. By Litton Educational Publishing, Inc. Editorial Gustavo Gili S. A. de C. V. México. Página 302.

7 "Shelter" Shelter Publications 1973. *Cobijo*. Página 84. Editorial Blume 1979.

8 *The Dome. A Study in the History of Ideas*. E. BALDWIN SMITH, p. VII.

9 Shelter in África". Shelter Publications 1973. *Cobijo*. Página 63. Editorial Blume 1979.

La cubierta de paja, de elaboración lenta y altamente combustible es quizás, la cubierta de mayor aplicación a nivel mundial.

Tanto la paja como el junco y las frondas, tienen la capacidad de construir una cubierta aislada, impermeable y biodegradable.

Actualmente, se experimenta en América Central en cubiertas vegetales de alta tecnología.

2.2.1. Método Φ

El diseño Fig. 1, comienza con el diámetro de la choza en planta. Se coloca la abertura mayor del compás (en adelante: la mayor), en los extremos de la elevación y se obtiene Φ , siendo la medida originante del sistema.

De esta medida rectora, se obtiene la 1ª proporción áurea denominada Φ_1 , que es la abertura dada por el compás de proporciones en el otro extremo. En altura, alcanza a la totalidad de la construcción Zulu.

A continuación, se coloca la abertura mayor del compás (la mayor), en la proporción Φ_1 , la cual genera Φ_2 en el otro extremo del compás de proporciones.

Esta medida Φ_2 , es la altura de la cúpula + el dintel de la puerta de acceso.

Luego, se llega a Φ_3 , que surge de colocar la mayor en Φ_2 , que es la altura total de la abertura de acceso.

A su vez Φ_3 , es el ancho del paño central de paja de la cúpula, ubicada sobre el tambor de la choza Zulu.

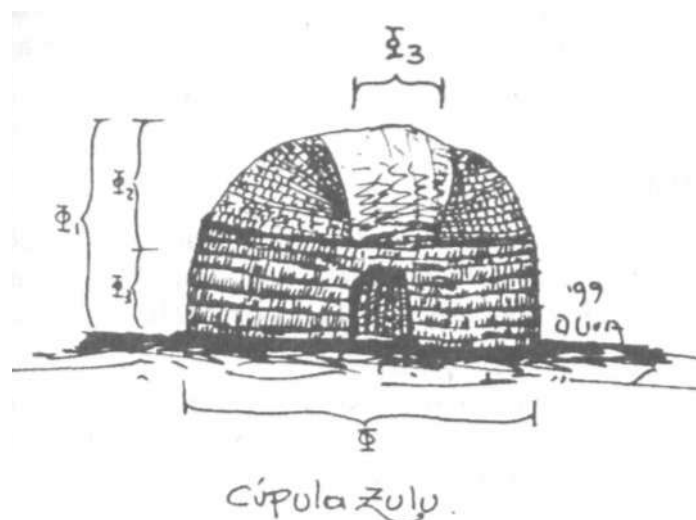


Figura 1. Choza Zulu.

2.3. Molino en el algar

Sin apenas relieve de alguna entidad, Murcia, con su Campo de Cartagena, es una

gran llanura costera con ligeras ondulaciones.

Los molinos que todavía se ven en este campo, representan una clara influencia árabe. Esta comarca, se extiende al norte del puerto de Cartagena.

El legado árabe se manifiesta con todo su esplendor en la Alhambra, pero lo encontramos también en las formas populares. Sus aspas giraban sobre un gran mástil y sus velas eran similares a las más comunes utilizadas en el norte de Europa, siendo las de lona sobre estructura de palos.

La estructura suplementaria es fuerte pero no rígida y cruje bajo el viento y se dobla y cede a su empuje como lo hacen el mástil, palos, codaje y velas de un navio.

Cuando el palo dobla, su estructura rigidizadora se tensa y así permanece hasta que el giro de la rueda de velas la vuelve a aflojar para traspasar la tensión a su contigua.¹⁰

2.3.1. Método Φ

Se toma como arranque Φ la altura total del molino como la mayor, desde la cubierta hasta su base. Se corresponde a la menor Φ_1 que equivale a la altura total del tambor, desde el basamento a la cubierta.

Reduciendo el compás, o sea, colocando la mayor en Φ_1 , se obtiene Φ_2 (la menor), que equivale a la altura sobre el borde de la escalera hasta la base de la cubierta.

Si se reduce nuevamente la mayor a Φ_2 , se obtiene Φ_3 en la menor, que es la altura total de la cubierta cónica sobre el tambor y la altura de la escalera hasta el tambor, sin considerar el basamento.

Si se reduce nuevamente la mayor Φ_3 , se obtiene la proporción Φ_4 en la menor, que es la altura del basamento y la altura de la baranda de la escalera.

Si se vuelve a reducir la mayor Φ_4 se obtiene Φ_5 que es la diferencia de altura de la baranda de la escalera de acceso al molino.

Si se analiza en horizontal, solamente se verifica Φ_2 como la medida del tambor justo en el encuentro con la cubierta.

En horizontal, se pueden tomar otras proporciones coincidentes, pero no reflejarían la verdad, por ser el dibujo perspectivado.

10 OLIVER' Paul. "Molinos de Murcia". *Cobijo*. Shelter Publications 1973. H. Blume Ediciones 1979. Página 128.
REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DE MENDOZA



Figura 2. Molino en Algar

2.4. Oak park III

Cada ser creativo tiene sus raíces. Numerosos arquitectos deberían reconocer sus fuentes. La fachada de Oak Park III construida el 1889, corresponde a la casa de B. Price, construida en Tuxedo Park, N.Y. en 1886. Gran parte de lo que pasa por aportación o innovación, no es sino el trabajo de otros indebidamente apropiado y, con frecuencia, objeto de gran publicidad. Esto tiende a desalentar a los estudiantes de arquitectura, pues los logros de los maestros parecen inalcanzables cuando se ven fuera del contexto histórico.¹¹

2.4.1. Método Φ

En ésta elevación de la vivienda proyectada por Frank Lloyd la base del triángulo del frontis Φ , es la misma medida que la altura total de la vivienda (frontis + planta baja).

Si abrimos el compás áureo hasta que la mayor abarque la altura total de la fachada, se obtiene Φ , que equivale a Φ_1 en la menor, o sea en la abertura menor del compás, que es la altura total del triángulo del frontis.

Si se coloca la mayor en Φ_1 , se obtiene en la menor Φ_2 , equivalente a la altura de la planta baja.

A su vez Φ_2 , equivale al largo total de la ventana ubicada en el frontis.

Si nuevamente se coloca la mayor en Φ_2 , se obtiene en la menor Φ_3 , que es la altura de la ventana ubicada en el frontis, concatenando así en largo y alto el sistema de proporción áurea en fachada.

11 THE SHINGLE STYLE. "Mitos y Raíces". Shelter Publications 1973. *Cobijo*. Página 120. Editorial Blume 1979.



Figura 3. Oak Park III

2.5. Vieja Basílica de San Pedro

Pero las condiciones acústicas de San Pedro conducen por su propia naturaleza a un tipo particular de música.¹² Cuando el sacerdote deseaba dirigirse a los fieles no podía hacerlo con su voz normal. En caso de ser ésta lo suficientemente poderosa como para oírse en todo el templo, la reverberación haría amontonarse las sílabas en una mezcla ininteligible. Era necesario hablar de una manera más rítmica, recitar ó entonar. En las grandes iglesias, con una reverberación del sonido muy acusada, suele existir lo que se conoce por "nota simpática" (es decir, "una región bajo la techumbre en la que el tono aparece reforzado"). Si la entonación del sacerdote se aproximaba a la "simpática" del templo, las sonoras vocales latinas llegaban al auditorio en toda la escala musical. Una oración en latín o uno de los salmos del Antiguo Testamento podían entonarse con el ritmo lento y solemne ajustado al tiempo de reverberación. El sacerdote iniciaba la recitación entonada para dejar después a su voz, perderse en una cadencia, subiendo y bajando, de manera que las sílabas principales se escucharan perfectamente diferenciadas y luego se desvanecieran dando paso a las siguientes como en una modulación. Así se eliminaba la confusión creada por la reverberación. El texto era ya canción viva en el templo que, de esta manera, se hizo lugar de audición musical. Tal es el origen del canto gregoriano, especialmente compuesto para la vieja basílica de San Pedro de Roma. ¿Habría intervenido lo suficiente, la utilización de la proporción áurea considerada en la forma arquitectónica de éstas naves, como para influir en este tan exquisito lenguaje musical?

2.5.1. Método Φ

En esta sección transversal de la Basílica, Fig. 5, se observa un sistema de proporción directo en vertical hasta llegar a $\Phi 4$. La Φ en altura, equivale a la considerada desde el nivel de piso, hasta el cordón horizontal inferior de la cabriada ubicada en la nave central.

En horizontal, la Φ equivale a la suma de la nave central + la nave lateral secundaria, hacia cualquiera de los lados.

¹² HOPE, Bagenal. "Experiencing Architecture". Planning for Good Acoustic. *Cobijo*. Shelter Publications 1973. Página 120. Editorial Blume 1979.

Se obtiene así la menor $\Phi 1$, que en horizontal equivale al ancho de la nave central y a la suma de la nave lateral + el deambulatorio hacia uno y otro lado.

En altura, $\Phi 2$ equivale a la medida dada desde el dintel de la columnata de la nave central, hasta el vértice de encuentro del cordón horizontal e inclinado de la cabriada.

Si la mayor del compás se la coloca en $\Phi 1$ menor origina $\Phi 2$, que es la altura de la columnata de la nave central y a su vez, la altura desde el dintel de la columnata, hasta el cordón inclinado superior de la cabriada ubicada en la nave lateral.

Si se vuelve a disminuir la proporción, se coloca en $\Phi 2$ la mayor del compás, y se origina la menor $\Phi 3$, equivalente a la altura desde el dintel de la columnata de la nave central, hasta el cordón horizontal de la cabriada de la nave lateral.

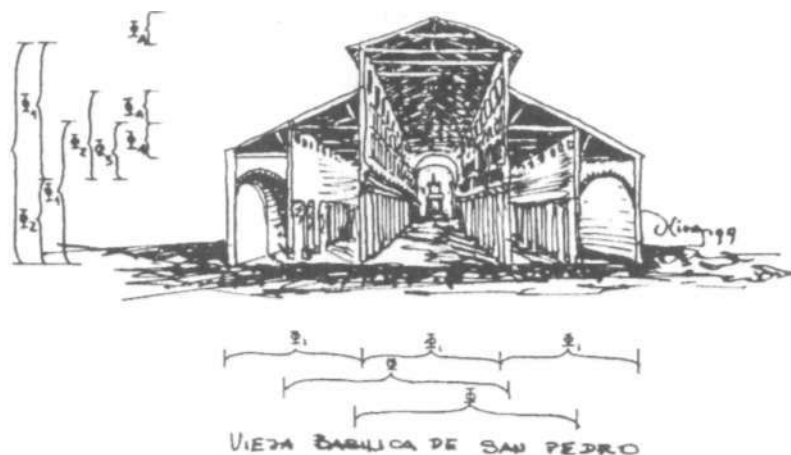


Figura 4. Vieja Basílica de San Pedro.

Sí se reduce nuevamente, al colocar la mayor en $\Phi 3$, se obtiene la menor $\Phi 4$, cuya medida es equivalente a la altura total de la cabriada de la nave central, a la altura total de la cabriada de la nave lateral y también a la altura total de la cabriada del deambulatorio.

2.6. Establo irlandés

En Irlanda, las casas construidas con piedras del lugar, se integran armónicamente al paisaje. Depende de cada localidad el trabajo artesanal realizado en piedra, pero las características técnicas de cortado y ensamblado de las mismas, depende de cada cantero, puesto que las piedras de cada lugar, tiene diferentes características, por lo que se necesitan técnicas diferentes de una a otra cantera. Incluso, algunos muros elevados, son levantados sin mortero, como en los Costwolds ingleses, levantados con piedra arenisca,¹³ como en la figura 5.

2.6.1. Método Φ

Se parte de la mayor Φ , que equivale a la altura total del establo. Luego, invirtiendo el compás, se obtiene la menor $\Phi 1$ que corresponde a la medida desde el vértice superior de la cubierta al dintel del portón de acceso. Colocando la mayor del compás áureo en $\Phi 1$, la menor $\Phi 2$ equivale a la altura total del portón de acceso. La medida $\Phi 2$ trasladada a la base, equivale al ancho total del portón de acceso. Asimismo $\Phi 2$ equivale a la medida desde el borde izquierdo del portón, hasta la terminación de la construcción representada en elevación.

¹³ Establo Irlandés". Shelter Publications 1973. *Cobijo*. Página 51. Editorial Blume 1979.

Hacia la derecha, desde el borde del portón hasta la terminación de la fachada, equivale a la suma de $\Phi_2 + \Phi_4$, donde Φ_3 solamente sería un paso intermedio necesario, para hallar la siguiente proporción 4Φ . Queda demostrado, el complemento de proporciones tanto en la base como en el alto de la fachada.



Figura 5. Establo Irlandés

2.7. Ville A' Garches

En esta obra, Le Corbusier, pone énfasis en el uso de trazados reguladores, para lograr la unidad de la fachada.

Basa sus estudios en la proporción Φ y en las dimensiones físicas del hombre, creando el Modulor como respuesta a un sistema integral de modulación.

Sin embargo, el mismo despoja su sistema de los aspectos mágicos que a menudo acompañan estas búsquedas y afirma que es tan solo un modo de reducir los errores y ordenar el trabajo proyectual.¹⁴

2.7.1. Método Φ

La base total de la fachada, está determinada por Φ como la mayor. Corresponde el otro extremo del compás a la menor Φ_1 que equivale a la altura total de la fachada. Luego, disminuyendo la abertura mayor a Φ_1 , se obtiene la menor Φ_2 que colocando el compás en la base, el otro extremo coincide con la línea horizontal inferior del aventanamiento longitudinal superior. Con esta misma abertura, pero colocando la primer punta del compás en el borde superior, la otra punta del compás, coincide con la línea horizontal superior del aventanamiento inferior longitudinal.

Al continuar el análisis vertical, se reduce la mayor del compás a Φ_2 y se obtiene Φ_3 , la cual sumada a Φ_2 , determina la altura total de la fachada Φ_1 .

Si ahora se coloca la mayor en Φ_3 se obtiene Φ_4 en la menor, que es la altura total del portón y ventana superior central de la fachada, concatenando así el sistema de proporcionalidad, tanto en horizontal como en vertical.

14 TEDESCH I Enrico. 1969. "El Modulor". *Teoría de la Arquitectura*. Página 221. Editorial Nueva Visión. Segunda Edición.

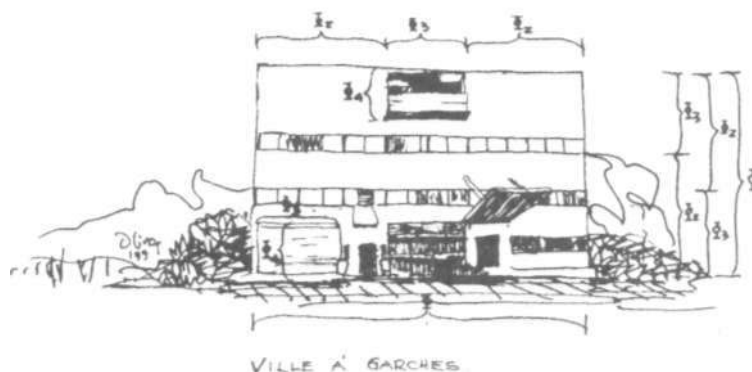


Figura 6. Ville A Garches

2.8. Ejercicio 1. Piscina en Chacras

A modo de ejercicio, se analiza una piscina¹⁵, donde el análisis de proporciones es un método descendente directo, el cual nos lleva a resolver en forma sencilla, sin combinaciones complejas, los diversos elementos intervinientes en el proyecto.

La fuente incorporada en su borde, crea una turbulencia alrededor del espejo de agua cuando está encendido el sistema.

Esta turbulencia, desplaza el aire caliente creando una corriente de aire ascendente humectada, produciendo una sensación de frescura, principalmente en el clima mendocino de verano de altas temperaturas y carente de brisas.

A su vez, pulveriza el agua en el extremo de los chorros, humectando el aire del predio y produciendo una temperatura de confort, al disminuir en el sector de la piscina, la temperatura del aire.

2.8.1. Método Φ

El diámetro del solado Φ en la mayor del compás, determina Φ_1 en la menor, equivalente al diámetro del espejo de agua.

Reduciendo el compás y colocando la mayor en Φ_1 , se obtiene en la menor Φ_2 , el equivalente a la suma del radio del espejo de agua + el borde del solado más angosto.

Si a Φ_1 , que es el diámetro del espejo de agua, se lo divide por Φ_2 , se obtienen 2 radios que conforman el diámetro y se llamarán Φ_2 .

Si se coloca la mayor en Φ_2 , determinará Φ_3 , equivalente al desarrollo total de la escalera; y en el solado, el punto en el cual se hará centro de compás en (a), para el trazado de dicha escalera.

Si se coloca la mayor en Φ_3 , originará la proporción áurea Φ_4 en la menor, que equivale a la medida desde el primer escalón hasta el centro (b) del espejo de agua, e igual a la medida desde el borde exterior más ancho del solado hasta encontrar Φ_3 , punto central del compás en (a), para el trazado de la escalera.

Luego, si se coloca la mayor en Φ_4 , la menor determina Φ_5 , equivalente al ancho del solado desde el espejo de agua al borde exterior, en su parte más angosta.

15 OLIVA, Alejandro Luis. 1999. *Piscina Bioclimática*. Chacras de Coria. Mendoza. Construida.

Como se verá en este ejercicio, se introduce una variante en las proporciones ascendentes, al dividir por 2 el diámetro del espejo de agua, pero como éste, está inserto en el sistema de proporcionalidad originado en Φ , al llegar al análisis final, se observa que dicha división, queda inserta perfectamente en el sistema, porque se introduce una variante nueva, en el grupo armónico áureo de proporcionalidad.

También se explica, que la proporción Φ generatriz, a su vez es parte de las dimensiones del predio, pues se obtiene de la diagonal del jardín, quedando inmerso el sistema completo en una trama generalizadora, que en alguna medida, trata de ser parte del todo, del universo, dentro de una organización total, cosmogónica.

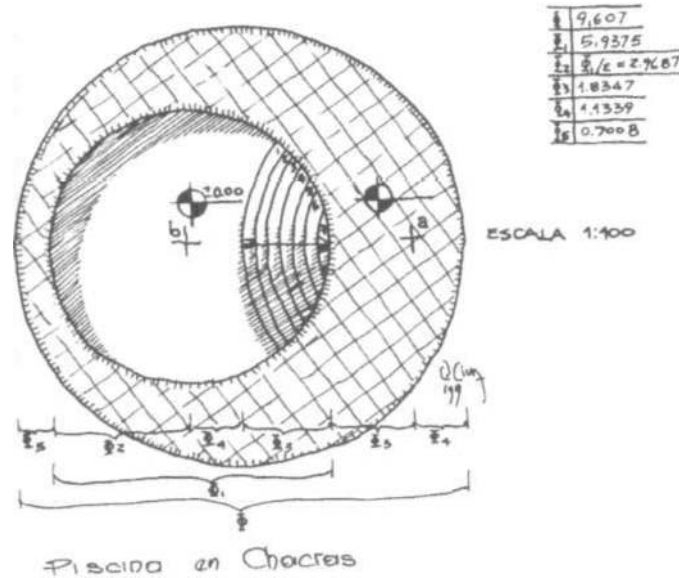


Figura 7. Piscina en Chacras.

2.9. Ejercicio 2. Columna de alumbrado

Es una combinación, de fuste de quebracho colorado con base de hormigón armado.¹⁶ Su generatriz $\Phi 1$ conforma descendentemente una combinación con $\Phi 5$, donde se aplica por sustracción una nueva proporción $\Phi 1 - \Phi 5$. Los pasos siguientes, no son más que lecturas escogidas del sistema general de proporciones indicados en la figura 8, donde depende de la creatividad a la hora de combinar la tabla de proporciones.

La base de esta columna, (figura 9), está colada en un molde de dos cuerpos, desmontables luego del fraguado.

Sus proporciones a partir de $\Phi 1$ son directas para $\Phi 2$ y $\Phi 3$. Sus bordes son tratados todos de igual manera con una inclinación de 45° y largos iguales.

2.9.1. Método Φ

Este ejercicio, permitirá verificar la proporción Φ , pero también se lo analizará desde el punto de vista matemático.

Se le asigna como altura total $\Phi 1 = 2.88$ metros, surgiendo esta altura de la longitud necesaria de penetración del tronco en el suelo dentro de la base de hormigón, considerando además el agregado de 3 perfiles metálicos de rieles Decauville de 1.10 metros como continuidad del fuste.

¹⁶ OLIVA, Alejandro Luis. 1999. *La Colonia Plaza Shopping*. Junin. Mendoza. Construidas.

Se coloca primeramente el $\Phi=1.618$ en la memoria de la calculadora. Luego la altura total 2,88 se la coloca en la calculadora, dividiéndola por 1.618 (Φ) colocado previamente en la memoria.

Se obtiene así $\Phi_2=1.78$.

Si se lo vuelve a dividir por el valor de la memoria (Φ), se obtiene $\Phi_3=1.10$ y si se sigue subdividiendo se obtiene $\Phi_4=0.68$, $\Phi_5=0.42$,

$\Phi_6= 0.26$, $\Phi_7= 0.16$ y $\Phi_8= 0.10$, completando así el sistema requerido para este ejercicio.

Ahora bien; $\Phi_5=$ a la base de hormigón armado.

Si se resta $\Phi_1 - \Phi_5$ se obtiene la altura total del fuste de quebracho.

La altura recta de la ménsula metálica es = Φ_3 y Φ_8 es la distancia del eje del tornillo de anclaje hasta sus extremos del tramo recto.

También $\Phi_3=$ al diámetro del sector curvo de la ménsula, siendo la altura curva equivalente a $\Phi_3/2$.

Como se verá Φ_2 , Φ_4 , Φ_6 , Φ_7 , solamente se han calculado para servir de puente a las medidas de Φ utilizadas.

En estas tablas (Figura 8), se visualizan la totalidad de medidas con las que se cuenta, manteniendo estas una relación de proporcionalidad, pudiendo asignar estos valores a cualquiera de los elementos que intervienen en el diseño.

Este sistema Φ , con sus medidas, está determinado por un condicionante real, que es la altura útil del poste de quebracho y su necesidad de anclaje; por lo que se está ante un sistema real de medidas y proporciones.

Esto es lo que se debe buscar, el elemento rector del diseño del sistema para poder desarrollar las diversas proporciones traducidas a medidas, para posteriormente poder utilizarlas.

De este análisis, surge que se debe encontrar el módulo básico que concatene al sistema.

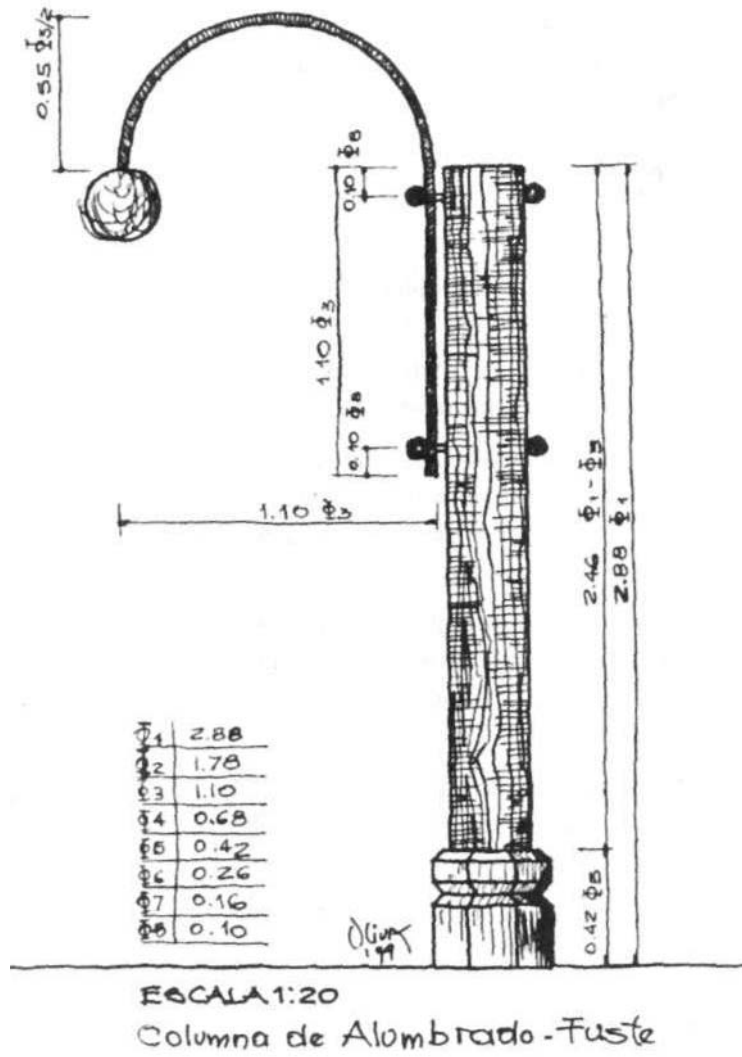


Figura 8. Fuste de Columna de alumbrado

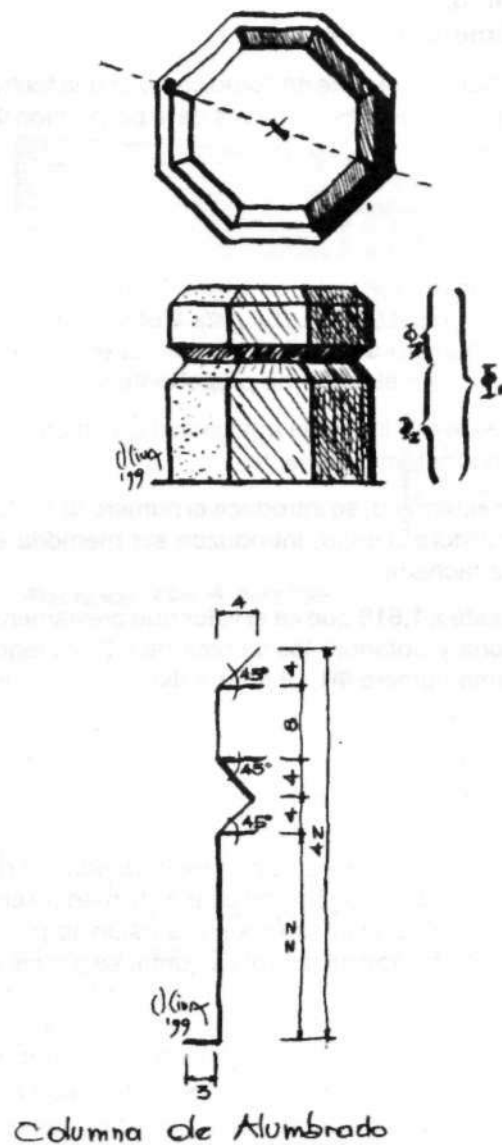


Figura 9. Base de Columna de alumbrado

2.10. Ejercicio 3.

Modificar número de puertas

Este ejercicio, consiste en cómo cambiar una fachada que consta de una abertura de 4 hojas y a través de la proporción Φ , modificar la abertura a 5 hojas.¹⁷

2.10.1. Método

En este último ejercicio, se analiza una fachada con 4 puertas en su abertura principal (Figura 10), para luego modificarla (Figura 11), llevándola a un número de 5 puertas en su abertura de acceso, pero siempre utilizando el método Φ de proporciones.

Este ejercicio brindará la posibilidad de un análisis geométrico Φ pero analizado matemáticamente.

¹⁷ OLIVA, Alejandro Luís. 1999. *La Colonia Plaza Shopping*. Junín. Mendoza. Construida 1ª Etapa.

En primer término, se introduce el número 1,618 en la memoria de su calculadora. Luego, introduzca sin memoria el número del largo total de la fachada.

Divida este x 1,618 que es el valor que previamente usted guardó en la memoria y obtendrá los valores de Φ_2 , y luego al subdividir este por el mismo número Φ_1 , obtendrá Φ_3 y así sucesivamente Φ_4 y Φ_5 .

Luego, coloque el valor de Φ_3 y dividiéndolo x 2, obtendrá el valor de $\Phi_{3/2}$, que es equivalente al ancho total de la abertura = al largo total del muro derecho.

Todas las proporciones se han redondeado a 2 decimales. Estas sutilezas matemáticas se podrán usar en la medida en que se necesite utilizarlas. Por adición sustracción o división se pueden combinar los números Φ que figuran en la tabla adjunta, según las propias necesidades.

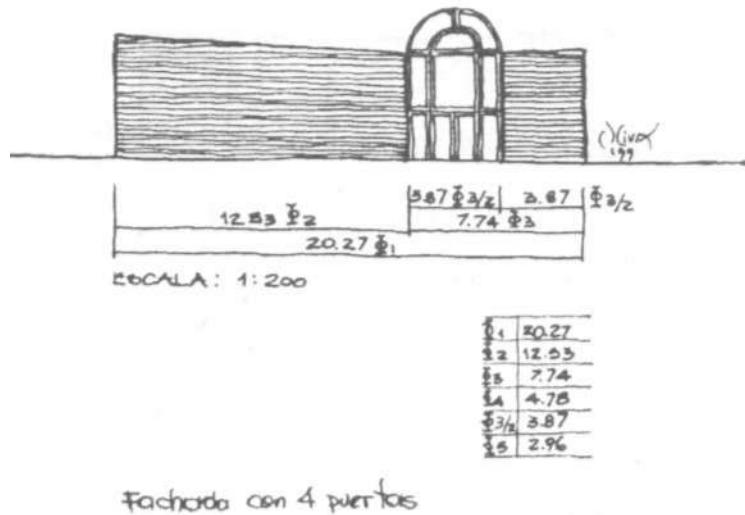


Figura 10. Fachada con 4 puertas.

En esta figura, se comienza el análisis de la misma manera que en la figura 10, o sea, cargando el número $\Phi_1,618$ en la memoria y luego el largo total de la fachada. Al dividirlo sucesivamente por Φ de la memoria, se obtiene Φ_1 , Φ_2 , 3Φ , 4Φ , 5Φ , 6Φ y Φ_7 , según se observa en la tabla adjunta. Luego, por sustracción se obtiene adición $\Phi_2 - \Phi_7$ y por adición $\Phi_3 + \Phi_7$ por división $\Phi_{3/2}$, completando así el análisis áureo de la fachada. Como se ve, se ha podido modificar en la abertura de la fachada, el número de puertas, llevándolas de 4 en la figura 10, a 5 puertas en la figura 11, modificando así la elevación según las necesidades funcionales internas, pero sin alterar el orden geométrico Φ de proporcionalidad, lo que lleva a mantener el orden estético pre-establecido, conservando así la armonía arquitectónica.

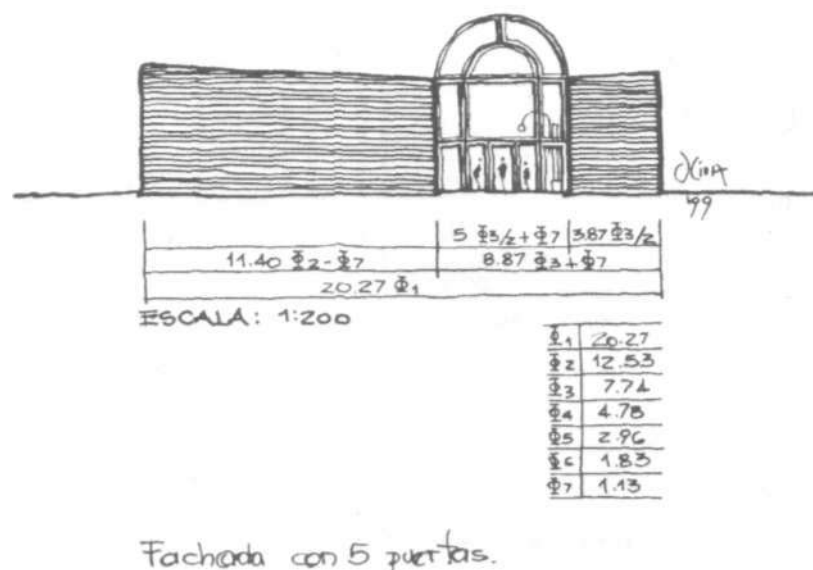


Figura 11. Fachada con 5 puertas.

3. Conclusión

El desconocimiento planteado en la introducción sobre el método de proporciones y su utilización, ha sido la generatriz de este trabajo, a fin de difundir sus propiedades de ordenamiento formal y despertar un método proyectual, donde la armonía de las formas arquitectónicas se ven apoyadas por el cálculo exacto dimensional gracias a la proporcionalidad bien utilizada.

En algunas de las construcciones aquí analizadas, sus constructores probablemente, no sabían del método áureo, pero lo trascendente es, que la proporcionalidad se mantiene en diversos tiempos y lugares, lo que le otorga una trascendencia universal al método áureo Φ a la hora de proyectar.

Y esto es notable, más si consideramos que para Valery, *el instinto no da nada más que partes*.

"El gran arte corresponde al hombre completo. La divina proporción es la medida generalizada".¹⁸

Según Francis Ching, los sistemas de proporcionalidad van más allá de los determinantes funcionales y tecnológicos de la forma y del espacio arquitectónico, para proporcionar una base racionalmente estética de su dimensionado.

Tienen el poder de unificar visualmente la multiplicidad de elementos que entran en el diseño arquitectónico, logrando que todas las partes pertenezcan a la misma familia de proporciones.

Introducen un sentido del orden y aumentan la continuidad en una secuencia espacial y además, son capaces de determinar unas relaciones entre los elementos externos e internos de un edificio.¹⁹

18 TOSTO, Pablo 1969. "Historia de la Proporción Aurea". *La composición Aurea en las Artes Plásticas*. Librería Hachette S. A. página 22.

19 CHING, Francis D. K. 1979. "Sistemas de Proporcionalidad". *Arquitectura: Forma, Espacio y Orden*. Litton Educational Publishing, Inc. Editorial Gustavo Gili SA. de CV. México. Página 298.

En su Tratado de Pintura, Leonardo Da Vinci dice: "Nuestra alma está hecha de armonía, y la armonía no se engendra, sino que surge espontánea de la proporción de los objetos que la hace visible.

La gracia de las proporciones está encerrada en formas armónicas

Hace falta usar estas reglas, para corregir los errores de las primeras líneas de la composición.

El pintor inventa la forma y la materia de las cosas que va a representar, luego las mide, organiza y proporciona".²⁰

La cosmogonía del Código Aureo, radica en la universalidad de los campos gravitatorios, ya que en todo lugar del universo la fuerza de gravedad está regida por la ley de Newton y la constante de proporcionalidad de gravedad universal. Al ser el Número de Oro, en la tierra la expresión de la fuerza de gravedad terrestre, todas las formas vivas y cristalinas obedecen al código áureo.

Es lógico suponer que efectivamente estamos en presencia de un verdadero Código Universal, que es el sueño de todo físico, hallar un código en todas las ciencias, en todo el universo y utilizando las palabras de Albert Einstein... "no creo que Dios haya jugado a los dados con la naturaleza", en una clara alusión a que debe existir un plan universal, una proporción definida en la materia y en la energía.²¹

¿Será el Código Universal tan buscado a través de todas las Épocas como en número rector de todo el sistema solar y de la composición de los seres que en ellos habitan?

Es importante a la hora de proyectar, considerar conjuntamente con el sistema de proporción Φ , el principio de economía de medios.

Este afán de simplicidad, corresponde a un ideal compartido por casi todos los artistas, artesanos, ingenieros y científicos: lo que se puede hacer, puede hacerse sencillamente.

Es una noción de estricto corte estético, fundada en la convicción de que lo hecho con sencillez está hecho, por eso mismo, de *forma óptima*.²²

Para finalizar este trabajo, quiero comentar mi experiencia personal, de que las formas y las estructuras armónicas, tienden a transmitir los esfuerzos y las cargas de una manera natural, que se traducen en belleza estética y estructuras de funcionamiento óptimo.

Nota 1:

Los dibujos que figuran en este trabajo, han sido realizados a mano alzada con tinta china y plumín por el autor, utilizándose de base fotografías de obras arquitectónicas que permitieran utilizar el método Φ .

20 TOSTO, Pablo 1969. "Historia de la Proporción Aurea". *La composición Aurea en las Artes Plásticas*. Librería Hachette S. A. página 21. en las ediciones antiguas y modernas de las obras de Leonardo, no aparecen señaladas las cifras o medidas de las proporciones mencionadas.

21 ESCUDERO Carlos María. "Prólogo". *El Número de Oro*. 1985. Editorial Pulmón. Página 6. HILDEBRANDT, Stefan. TROMBA, Anthony. "Formas y Figuras". *Matemática y Formas Óptimas*. Biblioteca Scientific American 1985. Prensa Científica, S. A. 1990. Página 10.