



**MIRAR EL ARTE CON OJOS
MATEMÁTICOS**

“LA CATEDRAL DE BURGOS”

MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

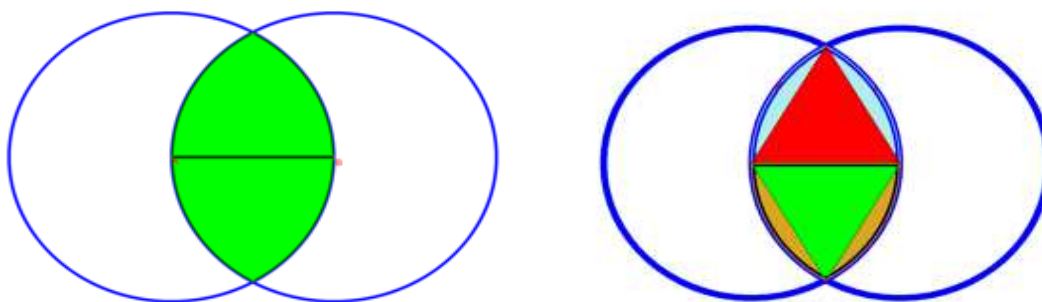
1. *Construcción con regla y compás de la vésica piscis y el arco ojival.*

La arquitectura gótica de Europa Occidental se caracteriza por el empleo del *arco ojival* cuyos mínimos empujes laterales permitieron adelgazar y dar mayor altura a los muros, incluso sustituirlos por grandes ventanales. Aparece así el típico espacio ligero, luminoso y vertical de las catedrales góticas.

Ejercicio 1.1

En el Altar Mayor aparece una de las figuras más utilizadas en las obras góticas: la *vésica piscis*.

- Construye con regla y compás una *vésica piscis*.



- Representa gráficamente $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$ y $\sqrt{5}$ en la *vésica piscis* de amplitud uno. ¿Qué ocurriría en el caso en que su amplitud fuera un cierto r ?

Ejercicio 1.2

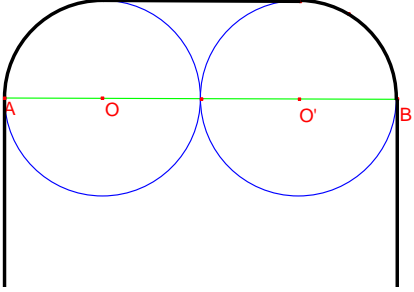
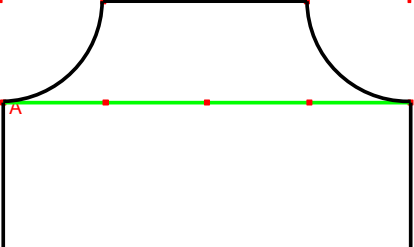
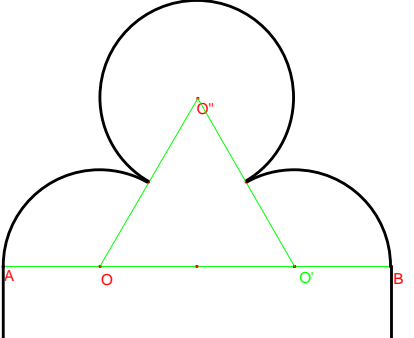
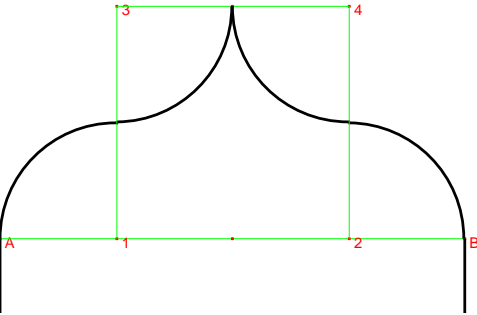
- Mediante regla y compás, y a partir de la *vésica piscis*, reproducir los arcos que aparecen en la foto (*Puerta del Sarmental*) (Para ello, dibuja la sucesión de arcos interiores con cuerdas o amplitudes 10 cm, 8 cm, 6 cm y 4cm respectivamente)
- Observar la semejanza entre los diferentes arcos ojivales, y calcular la razón de semejanza, del mayor con respecto al menor, teniendo en cuenta la amplitud de la *vésica piscis*.
- ¿Cuál es la razón de las áreas?



MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
 “LA CATEDRAL DE BURGOS”

2. Arcos en la Catedral.

Durante tu visita a la Catedral de Burgos completa el siguiente cuadro. Para ello, localiza los arcos que se indican:

Tipo de Arco	Figura	¿Dónde lo hemos encontrado?
<p>Deprimido Cóncavo</p>		
<p>Deprimido Convexo</p>		
<p>Trebolado</p>		
<p>Conopial Cuadrado</p>		

MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
 “LA CATEDRAL DE BURGOS”

<p>Conopial Equilátero o Flamígero</p>		
<p>Festonado Cóncavo</p>		
<p>Angrelado</p>		
<p>Rampante</p>		

MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

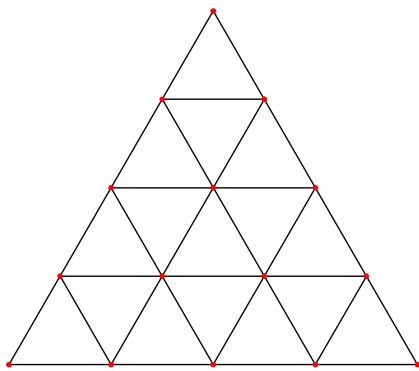
3. Suelo de la entrada del Sarmental.

Nada más entrar en la Catedral por la Puerta del Sarmental, podemos disfrutar de este suelo:

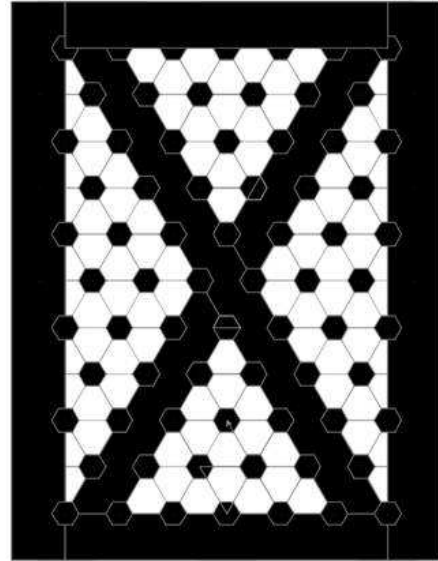
¿Vemos por dónde pisamos?

Ejercicio 3.1

Vamos a trabajar progresiones aritméticas cuya diferencia es dos. Así vemos que si se divide el triángulo grande en cuatro pisos se necesitan 16 triángulos pequeños para completarlo.



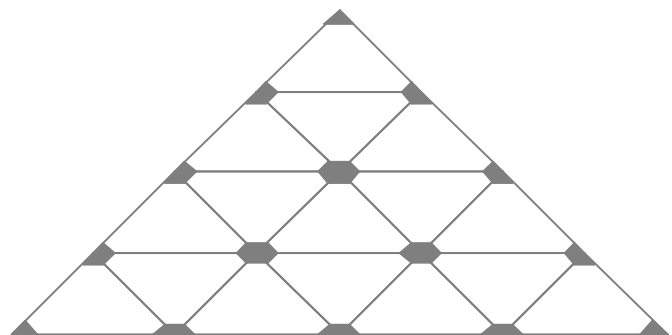
Averiguando la fórmula del término general y la suma de una progresión aritmética, ¿cuántos triángulos pequeños se necesitan si el triángulo mayor se divide en 50 pisos? ¿Y si se divide en 100 pisos?



Ejercicio 3.2

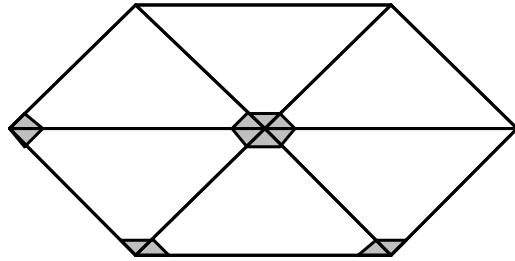
En el suelo del pasillo que rodea la nave central los triángulos que, como antes, confluyen en un vértice, son ahora isósceles, formando su unión un triángulo isósceles mayor. Ahora bien, ¿son rectángulos? Lógicamente, los pequeños hexágonos que hay en sus vértices comunes tampoco son regulares.

A los hexágonos como los que se pueden ver en este diseño (grandes en blanco y pequeños en negro) se les denomina “parahexágonos”, ya que sus lados son paralelos dos a dos.



MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
 “LA CATEDRAL DE BURGOS”

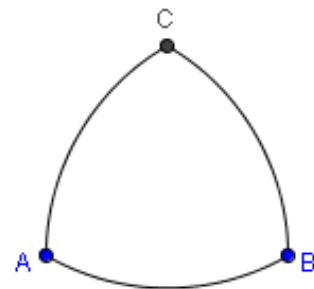
- ¿Serán semejantes el parahexágono pequeño negro y el grande que lo contiene formado por los lados exteriores de los triángulos que lo rodean?
- Determina el valor de todos los ángulos que se pueden observar en la foto y en la figura. ¿Cuánto suman los ángulos interiores de nuestros parahexágonos (grandes y pequeños)? ¿Coincide con lo que suman en un hexágono regular?



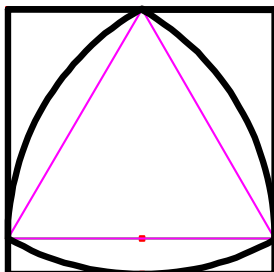
- Enumera distintos tipos de figuras que se pueden crear uniendo parahexágonos (ya sabes, en los pasillos de la catedral se pueden ver formando triángulos y cuadrados, ...).

4. Triángulo de Reuleaux.

Una de las figuras de anchura constante (como el caso de la circunferencia) es el llamado triángulo de Reuleaux. Dicho triángulo se construye a partir de un triángulo equilátero de lado l , trazando los tres arcos de radio l centrados en cada uno de los vértices y que pasan por los otros vértices.



Ejercicio 4.1



Construir un triángulo de Reuleaux e inscribirlo en su cuadrado correspondiente.

¿Cuál es el perímetro de un triángulo de Reuleaux construido a partir de un triángulo equilátero de lado L ? Compáralo con el perímetro de una circunferencia de diámetro L .

Ejercicio 4.2

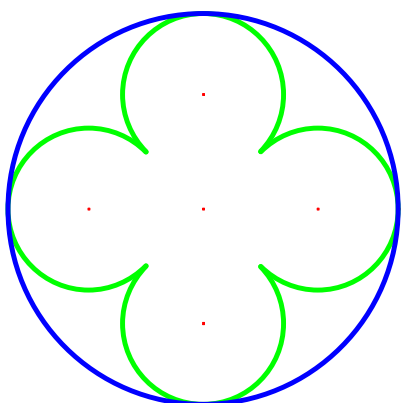
Durante tu visita a la Catedral de Burgos indica donde has encontrado al menos tres Triángulos de Reuleaux.

MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

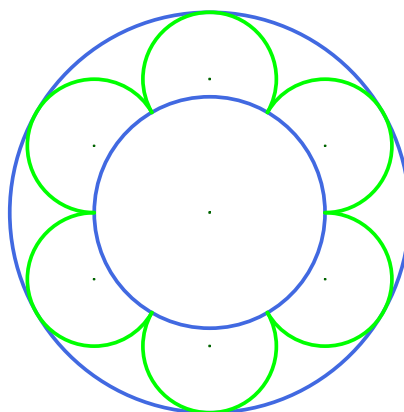
5. Rosetones.

Entre estos elementos característicos del gótico sobresalen los rosetones, cuya construcción puede realizarse con regla y compás lo que permite establecer vínculos de la Geometría con la Arquitectura.

Llamamos rosetones gaussianos a aquellos que están basados en polígonos regulares y que se pueden dibujar de forma exacta con regla y compás.



Rosetón de 4 pétalos (Tetralóbulo)



Rosetón de 6 pétalos (Hexalóbulo)

Ejercicio 5.1

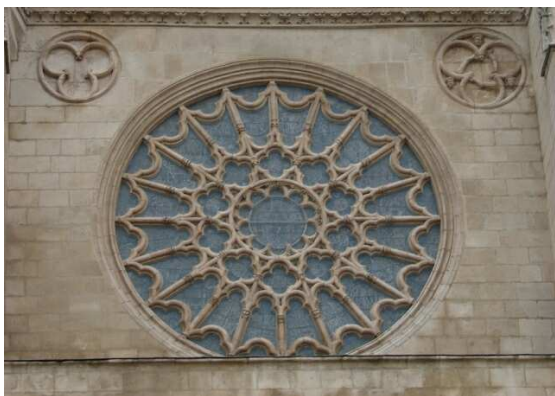
Durante tu visita a la Catedral de Burgos completa el siguiente cuadro. Para ello, localiza los rosetones que se indican:

Número de pétalos	¿Dónde lo hemos encontrado?
2	
3	
5	
6	
8	
10	
12	
20	

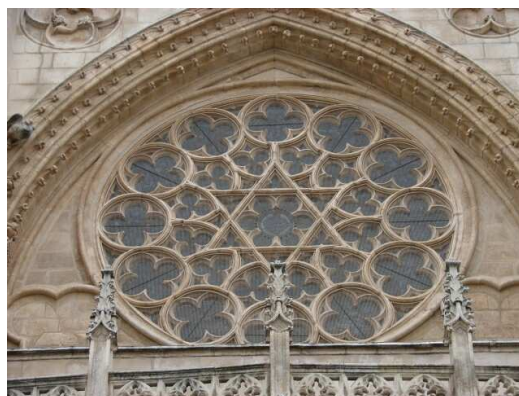
MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

Ejercicio 5.2

De todos los rosetones que podemos encontrar en la Catedral hay dos que se distinguen por su belleza y tamaño: el de la fachada principal y el de la Puerta del Sarmental.



Rosetón de la Fachada del Sarmental

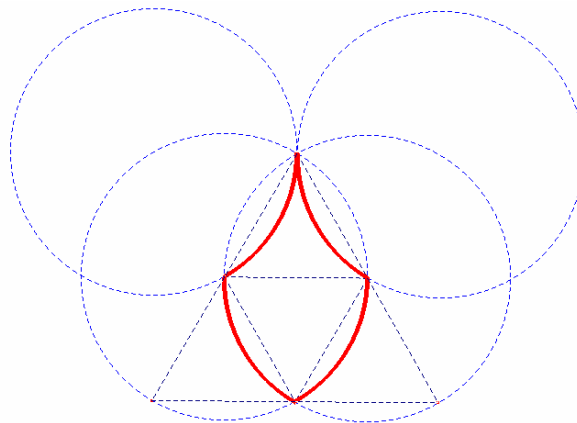


Rosetón de la Puerta de Santa María

¿Qué observas al mirar detenidamente estos rosetones? Describe todo lo que observas en él. (Capas, polígonos regulares, estrellas, polilóbulos, ...)

Ejercicio 5.3

El pétalo es un polígono nazari cuya tesela básica es un rombo formado por dos triángulos equiláteros.



- Observa la anterior imagen y reproducéla.
- Justifica que el rombo y el pétalo tienen la misma superficie.
- Encuentra en la Catedral pétalos nazariés.

Mosaico utilizando pétalos nazariés



MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

6. El Címborio.

Seguramente te habrá llamado la atención la maravillosa cúpula que cubre el crucero. Como sabes, es el *Címborio*.

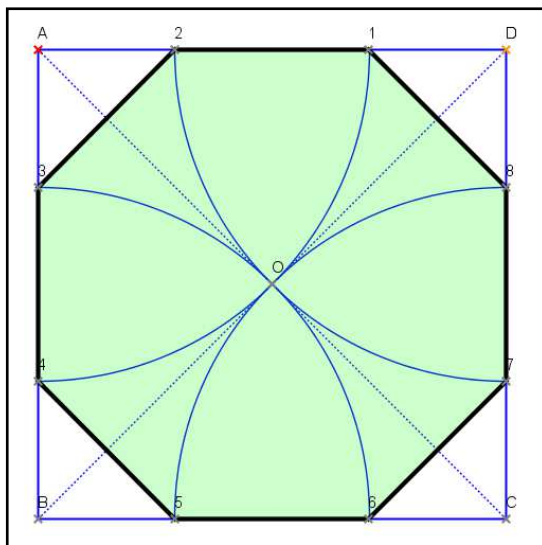
Ejercicio 6.1

Durante tu visita a la Catedral de Burgos observa que hay un total de cuatro cúpulas caladas incluyendo el címborio. ¡Localízalas!

Ejercicio 6.2

Suponemos que te habrás fijado en que el esquema geométrico base en esta cúpula es un octógono profusamente ornamentado. El objetivo de este ejercicio es aprender a construir un octógono regular mediante el denominado *corte sagrado*. Para ello tenemos que seguir los siguientes pasos:

- Construimos un cuadrado de lado cualquiera ABCD.
- Después trazamos las dos diagonales que se cortan en el punto O.
- Con centro en cada vértice del cuadrado, trazamos 4 arcos de radio la mitad de la diagonal del cuadrado. Obtenemos así los puntos 1 a 8 que son los vértices del octógono regular buscado.



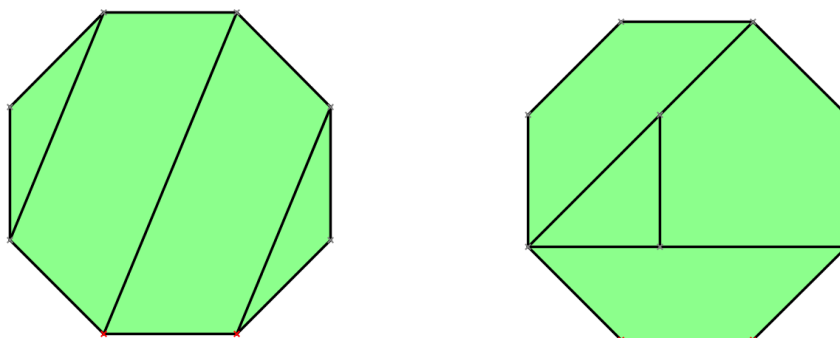
Suponiendo que el lado del cuadrado es 1, comprueba que los ocho lados del octógono miden $\sqrt{2} - 1$ (inverso del número de plata).

Ejercicio 6.3

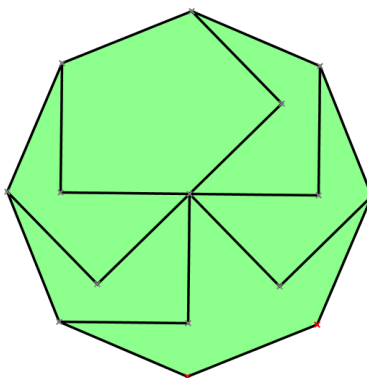
Descomposición del octógono.

MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

Disecciona los siguientes octógonos en cuatro piezas para formar el rectángulo correspondiente.



Descompón el siguiente octógono para formar una estrella de ocho puntas.



7. La Capilla de los Condestables.

La capilla del Condestable es la más importante y famosa de todas las capillas de la Catedral de Burgos. Esta capilla que se encuentra en el centro de la girola, fue encargada como propio panteón por los poderosos Condestables de Castilla, Pedro Fernández de Velasco y su esposa Mencía de Mendoza, hija del Marqués de Santillana. Fue erigida entre los años 1482 y 1494 por Simón de Colonia.

Ejercicio 7.1

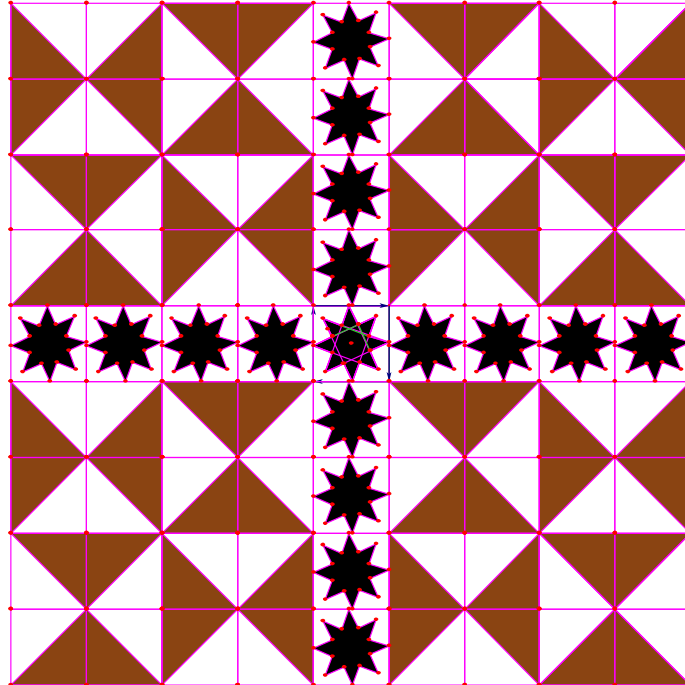
En el mismísimo centro de la capilla, se encuentra el sepulcro de los Condestables. Dos esculturas labradas en mármol de Carrara, que los historiadores atribuyen a Felipe de Vigarny, muestran los cuerpos de Pedro Fernández de Velasco y Mencía de Mendoza.

Si te fijas en una de las losas que sirve de lecho a las dos figuras indica su peso en arrobas. Busca la equivalencia entre arrobas y kilos y calcula el peso de la losa.

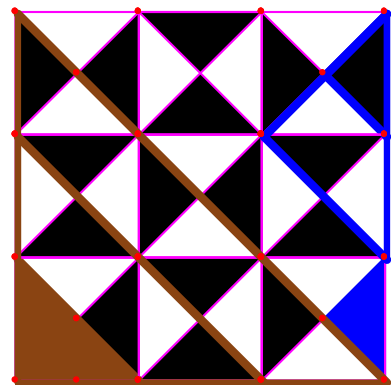
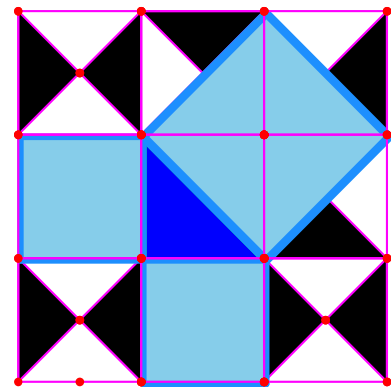
MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
“LA CATEDRAL DE BURGOS”

Ejercicio 7.2

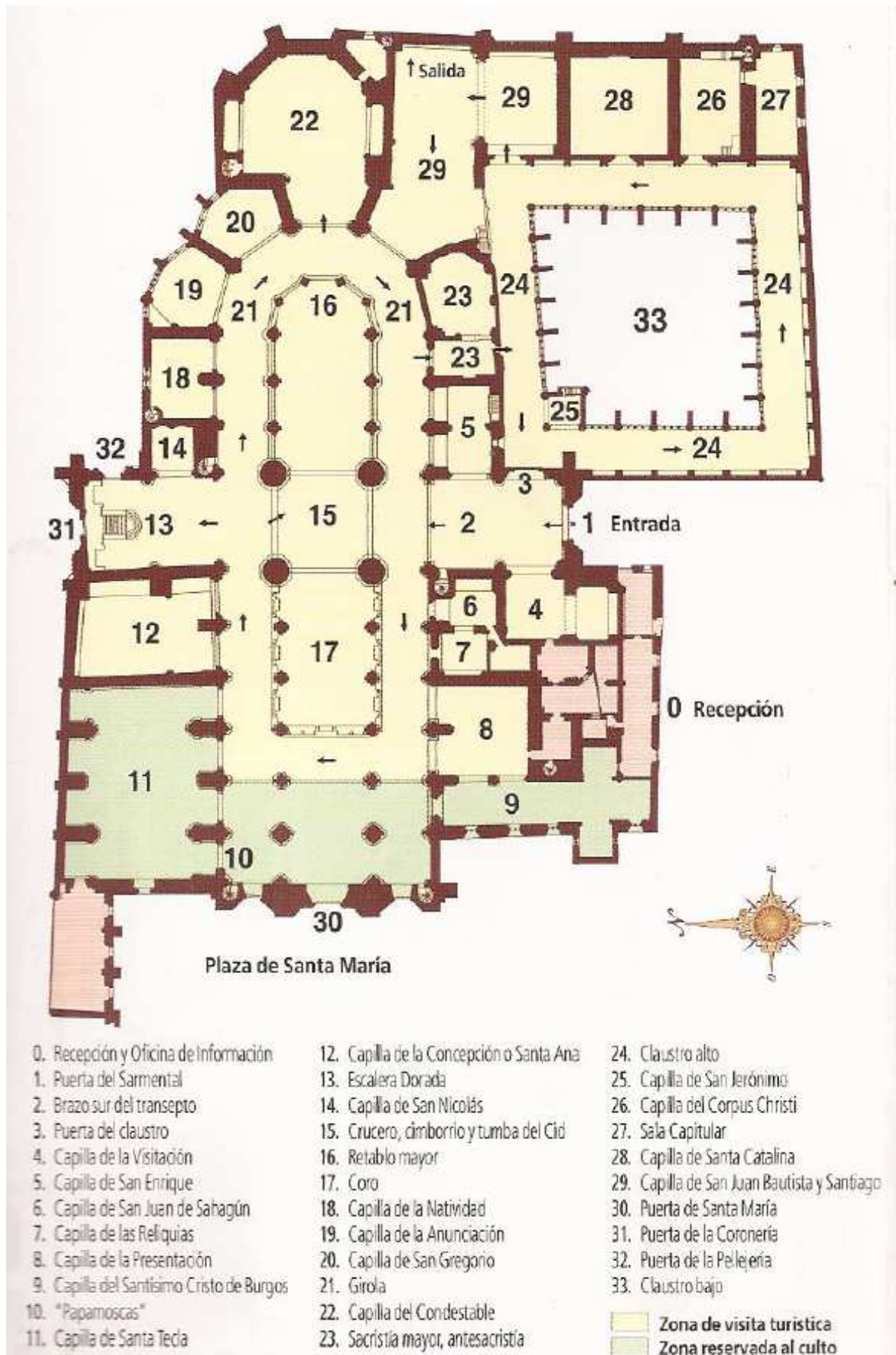
Dentro del mosaico “molinillos y diabólos”, podemos encontrar los teoremas de Pitágoras (triángulos rectángulos) y Thales (triángulos semejantes).



- Demuestra el teorema de Pitágoras utilizando el mosaico de la capilla de los Condestables.
- Prueba a buscar la demostración para triángulos rectángulos de varios tamaños dentro del mosaico.
- ¿Hay alguna relación entre el número de baldosas triangulares blancas y negras que encierran los cuadrados que formamos en los lados?
- Triángulos semejantes en posición de Thales. ¿Qué te sugieren acerca de las longitudes de sus lados?
- Encuentra otros polígonos semejantes dentro de este mosaico y deduce la relación entre las longitudes de sus lados correspondientes y entre sus áreas. ¿Puedes encontrar semejanzas entre polígonos regulares?



MIRAR EL ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS
 “LA CATEDRAL DE BURGOS”



0. Recepción y Oficina de Información

1. Puerta del Sarmental

2. Brazo sur del transepto

3. Puerta del claustro

4. Capilla de la Visitación

5. Capilla de San Enrique

6. Capilla de San Juan de Sahagún

7. Capilla de las Reliquias

8. Capilla de la Presentación

9. Capilla del Santísimo Cristo de Burgos

10. "Papamoscas"

11. Capilla de Santa Tecla

12. Capilla de la Concepción o Santa Ana

13. Escalera Dorada

14. Capilla de San Nicolás

15. Crucero, cimborrio y tumba del Cid

16. Retablo mayor

17. Coro

18. Capilla de la Natividad

19. Capilla de la Anunciación

20. Capilla de San Gregorio

21. Girola

22. Capilla del Condestable

23. Sacristía mayor, antesacristía

24. Claustro alto

25. Capilla de San Jerónimo

26. Capilla del Corpus Christi

27. Sala Capitular

28. Capilla de Santa Catalina

29. Capilla de San Juan Bautista y Santiago

30. Puerta de Santa María

31. Puerta de la Coronería

32. Puerta de la Pellejería

33. Claustro bajo