


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

## Unidad Didáctica IV FOTOGRAMETRÍA

Profesor Responsable : Julio Manuel de Luis Ruiz

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

### ESTRUCTURA

- 1. INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**
  - 1.1. Definición y aspectos generales
  - 1.2. El proceso fotogramétrico
  - 1.3. Caracterización geométrica de un fotograma aislado
  - 1.4. La estereoscopia
  - 1.5. La fotointerpretación
  - 1.6. La ortofotografía
  - 1.7. Aplicaciones de la fotogrametría
- 2. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGRAMETRÍA**
  - 2.1. Principios fundamentales de la fotogrametría
  - 2.2. Método general de la fotogrametría

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

- 3. RESTITUCIÓN FOTOGAMÉTRICA**
  - 3.1. Introducción a los Sistemas de Georreferenciación
  - 3.2. Contribución de la fotogrametría a la captura de información georreferenciada
  - 3.3. La restitución digital
- 4. ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**
  - 4.1. Esquema general
  - 4.2. El Proyecto de Vuelo
  - 4.3. Aproximación de costes
- 5. FOTOGAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS**
  - 5.1. Introducción
  - 5.2. La toma fotográfica
  - 5.3. Principales relaciones de semejanza
  - 5.4. Evaluación de errores y su influencia para proyectar tomas fotográficas
  - 5.5. Aplicaciones caracterizadas

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

### 1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA

#### 1.1.- DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES

#### DEFINICIÓN

- **ETIMOLÓGICAMENTE:** "Métrica de lo escrito con la luz"
- **BONNEVAL:** "Técnica cuyo objetivo es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando medidas hechas sobre una o varias fotografías"




Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

### 1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA

#### 1.1.- DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES

#### DIFERENCIAS ENTRE FOTOGRAFÍA AÉREA Y MAPA

**A.- DIFERENCIAS DE CONTENIDO**

- La cantidad de información en una fotografía es infinita y en un mapa es limitada.
- En la fotografía la información no está jerarquizada y en el mapa sí.

**B.- DIFERENCIAS CUANTITATIVAS**

- El mapa es una proyección plana y la foto es una perspectiva.
- La foto no tiene escala uniforme.
- La foto no tiene información altimétrica fiable.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

### 1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA

#### 1.1.- DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES

#### DIFERENCIAS ENTRE FOTOGRAFÍA AÉREA Y MAPA




Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.1.- DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES

**VENTAJAS DE LA FOTOGRAMETRÍA**

- Se obtienen representaciones completas de los objetos, la información es objetiva y el registro instantáneo.
- Material relativamente económico, existiendo facilidad en la manipulación y conservación del mismo.
- Posibilidad de tratar objetos en movimiento y de pasar a imagen digital mediante escaneado.
- El proceso de toma de información y el posterior de medida, no perturban el objeto a estudiar.
- Gran rendimiento, cuando se trata de grandes extensiones de superficie.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

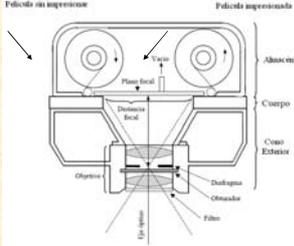

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA CÁMARA MÉTRICA**



**1.- CONO EXTERIOR**  
**2.- CUERPO**  
**3.- ALMACÉN**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA CÁMARA MÉTRICA**

**1.- CONO EXTERIOR**

- **FILTROS.**- Sirven para capturar determinadas tomas que exigen eliminar o realzar determinadas radiaciones.
- **OBJETIVO.**- Es el conjunto de lentes, diagrama, obturador que hace que los rayos luminosos se junten en el centro del objetivo, convirtiéndose en el vértice de la proyección.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



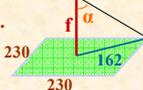
**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA CÁMARA MÉTRICA**

**1.- CONO EXTERIOR, OBJETIVO:**

- **OBTURADOR.**- Mecanismo que mantiene cerrado el objetivo.
- **DIAFRAGMA.**- Permite graduar la apertura del objetivo. Limita la cantidad de luz que llega al plano focal.
- **LENTES.**- Se clasifican según su campo.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA CÁMARA MÉTRICA**

**1.- CONO EXTERIOR, OBJETIVO:**

- **CAMPO.**- Ángulo bajo el cual se ve la diagonal del fotograma desde el objetivo

$$\text{CAMPO} = 2\alpha = 2\text{Arctg}(162/f)$$

NOMBRE	CAMPO	FOCAL
ANGULO PEQUEÑO	60°	300mm
ANGULO NORMAL	80°	200mm
GRAN ANGULAR	90°	150mm
SUPER GRAN ANGULAR	120°	88mm

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA CÁMARA MÉTRICA**

**2.- CUERPO**

Se encarga de mantener solidario el plano focal y el objetivo. Además define la Distancia Focal.

**DISTANCIA FOCAL:** Distancia que existe entre el objetivo y el plano focal.

**PLANO FOCAL:** Plano que soporta la película que es impresionada.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA CÁMARA MÉTRICA**

**3.- ALMACÉN**  
*Protege la película que ha sido impresionada así como el motor que la arrastra.*

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**CONTROLES GENERALIZADOS EN LAS CÁMARAS MÉTRICAS**

**CUADRÍCULA**  
*A efectos de estudiar y tener en cuenta las deformaciones sufridas por el material desde su exposición hasta su restitución, puede incorporarse a la fotografía una cuadrícula de precisión en el momento de la exposición.*

**CALIBRADO DE CÁMARAS**  
*Al calibrarse una cámara métrica determina las características métricas de la propia cámara, los resultados de una calibración son:*

- *Distorsión Radial y Tangencial.*
- *Distancia focal.*
- *Planicidad del Plano focal.*
- *Punto Principal.*
- *Posición de las Marcas Fiduciales.*

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**LA PELÍCULA**

- *La película está formada por un soporte semirígido de celuloide cuyas superficies tienen por un lado la emulsión y por otro un material rígido y opaco denominado "ANTHALO".*
- *La velocidad de impresión de la "EMULSIÓN" está relacionada con el tamaño de grano, que en cierta medida determina la sensibilidad de la película.*

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**TIPOS DE EMULSIÓN**

**ORDINARIAS.-**  
 Azul y Violeta.

**ORTOCROMÁTICAS.-**  
 Amarillo.

**PANCROMÁTICAS.-**  
 Todo espectro.

**INFRARROJA PROXIMA.-**  
 $\lambda = 0,95\mu$

**INFRARROJA LEJANA.-**  
 $\lambda = 1,25\mu$

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**CARACTERÍSTICAS DE LAS EMULSIONES**

**Velocidad de una emulsión:**  
*De ella depende el tiempo de exposición. Así, la velocidad se introduce en un exposímetro que al medir la iluminación proporciona el tiempo de exposición.*  
*En fotogrametría se emplea emulsiones de gran velocidad pues las exposiciones son muy breves y la luz es muy escasa.*

**Finura de la emulsión:**  
*La capacidad de representar o reproducir objetos muy pequeños está relacionada con la finura o grano de la emulsión, que depende, sobre todo de su estructura es decir el poder separador (línea/mm) de una emulsión.*

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

**CARACTERÍSTICAS DE LAS EMULSIONES**

**Finura de la emulsión:**  
*Haciendo un pequeño esquema resulta:*

EMULSIÓN	GRANOS	IMÁGENES	PODER SEPAR.
Rápidas	Grueso	Poco finas	Pequeño
Lentas	Fino	Muy finas	Grande

*La gran contradicción de la fotogrametría es tener que emplear emulsiones muy rápidas y con un gran poder separador.*

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGAMÉTRICO

**SOPORTES DE LAS EMULSIONES**

**Placas de vidrio.**  
 El espesor habitual es de 3 mm. Se emplean en trabajos de precisión sobre todo en fotogrametría terrestre.

**Sus principales ventajas:**  
 Fácil de manejar e indeformables.  
 Tremendamente planas.  
 Conservación ilimitada.

**Sus principales inconvenientes:**  
 Ocupan mucho espacio y son muy frágiles.  
 Son difíciles de manejar en vuelo.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGAMÉTRICO

**SOPORTES DE LAS EMULSIONES**

**Película:**  
 Están constituidas por materiales sintéticos (Acetatos, PVC, etc.) en los que se puede escoger espesor, transparencia, estabilidad ..

**Sus principales ventajas:**  
 Son ligeras y se almacenan fácilmente.  
 Abultan poco y resisten muy bien los golpes.

**Sus principales inconvenientes:**  
 Dificultad para establecer la planeidad.  
 Manipulación más delicada que las placas.  
 El revelado ha de ser realizado en serie.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGAMÉTRICO

**EL PROCESO FOTOGRÁFICO**

- 1.- El objetivo se abre y forma sobre la emulsión una imagen óptica.
- 2.- Esa imagen óptica afecta a el bromuro de plata que lleva la emulsión de la propia película.
- 3.- El revelado hace visible la imagen dejando visible la plata afectada, aparece así el negativo.
- 4.- El fijado fija las sales afectadas.
- 5.- El lavado arrastra las sales no afectadas.
- 6.- El secado elimina el agua.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.2.- EL PROCESO FOTOGAMÉTRICO

**PRINCIPALES FACTORES DE LA CALIDAD**

**El objeto fotografiado y el medio:**  
 - Reparto y contraste de la iluminación.  
 - Longitud de la onda de las radiaciones.  
 - Tipo y cantidad de atmósfera interpuesta.

**El objetivo:**  
 - Distancia focal. - Aberraciones residuales.  
 - Abertura - Tiempo de exposición.

**La emulsión y su tratamiento:**  
 - Naturaleza y estructura.  
 - Espesor y tipo de soporte.  
 - Tiempo de revelado.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

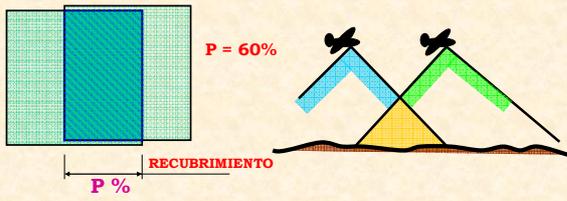

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**RECUBRIMIENTO LONGITUDINAL**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

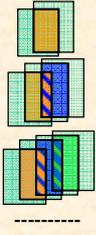

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**RECUBRIMIENTO LONGITUDINAL**



$$l_2 = \left(\frac{p}{100}\right) \cdot l$$
**DOS FOTOGAMAS**

$$l_3 = \left(\frac{p}{100}\right) \cdot l + \left(\frac{100-p}{100}\right) \cdot l$$
**TRES FOTOGAMAS**

$$l_4 = \left(\frac{p}{100}\right) \cdot l + 2 \cdot \left(\frac{100-p}{100}\right) \cdot l$$
**CUATRO FOTOGAMAS**

$$L_n = \left(\frac{p + (N-2) \cdot (100-p)}{100}\right) \cdot p \cdot l$$
**"N" FOTOGAMAS**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA  
1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**RECUBRIMIENTO TRANSVERSAL**

RECUBRIMIENTO TRANSVERSAL  
q %  
Q = 20%

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA  
1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**RECUBRIMIENTO TRANSVERSAL**

$l_2 = l \cdot \left(1 + \frac{100-q}{100}\right)$  DOS PASADAS

$l_3 = l \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{100-q}{100}\right)$  TRES PASADAS

$l_4 = l \cdot \left(1 + 3 \cdot \frac{100-q}{100}\right)$  CUATRO PASADAS

$L_n = l \cdot \left(1 + (M-1) \cdot \frac{100-q}{100}\right)$  "N" PASADAS

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA  
1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**INFORMACIÓN ESENCIAL EN UN FOTOGAMA**

- Marca y modelo de la cámara.
- Distancia focal.
- Nivel esférico (Verticalidad foto).
- Altimetro (Altura s/ Nivel Mar).
- Escala de la fotografía.
- Reloj.
- Contador automático.
- Fecha de vuelo
- Empresa que hace el vuelo.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA  
1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**CONCEPTO DE ESCALA DE UNA FOTOGRAFÍA**

$\frac{ab}{AB} = \frac{f}{H}$

$\frac{1}{E} = \frac{f}{H}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA  
1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**EXPLOTACIÓN GRÁFICA DE UN FOTOGAMA AÉREO**

**PUNTO PRINCIPAL O NADIRAL**

En una fotografía vertical todas las verticales fugan en un punto, denominado PUNTO PRINCIPAL O NADIRAL.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA  
1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGAMA AISLADO

**EXPLOTACIÓN GRÁFICA DE UN FOTOGAMA AÉREO**

**ALTURA DE OBJETOS**

$\frac{n}{R} = \frac{f}{H+ha}$   
 $\frac{m}{R} = \frac{f}{H}$   
 $\frac{n}{m} = \frac{H}{H-ha}$

$h_A = \frac{n-m}{n} H$   
 $h_A = \frac{n-m}{n} f E$

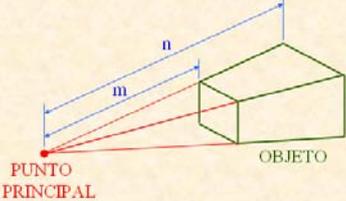
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGRAMA AISLADO

**EXPLOTACIÓN GRÁFICA DE UN FOTOGRAMA AÉREO**  
**MEDICIÓN DE DISTANCIAS**



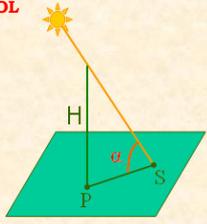
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.3.- CARACTERIZACIÓN GEOMÉTRICA DE UN FOTOGRAMA AISLADO

**EXPLOTACIÓN GRÁFICA DE UN FOTOGRAMA AÉREO**  
**ALTURA DEL SOL**



$a = \text{altura del sol}$   
 $P = \text{punto principal}$   
 $S = \text{punto sombra}$

$$\alpha = \text{Arctg} \frac{H}{PS}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

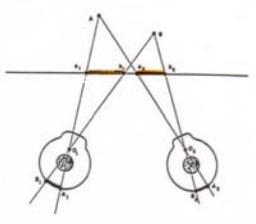

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA**

*Se basa en la propiedad humana de apreciar el relieve en VISIÓN BINOCULAR, para lo que es preciso obtener dos imágenes, una por cada ojo, que se unen en el cerebro en un proceso fisiológico y mental.*



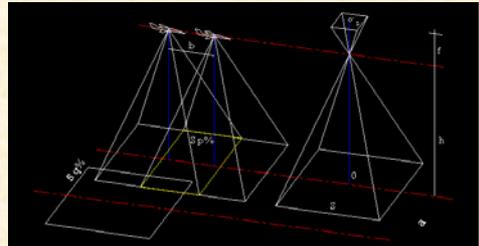
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**LA VISIÓN ESTEREOSCÓPICA**  
**ESTEREOSCOPO DE ESPEJOS**

**HIPERESTEREOSCOPIA.-**  
*Exageración del relieve.*

**PSEUDOESTEREOSCOPIA.-**  
*Inversión del relieve producido por la inversión de las fotos.*



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.

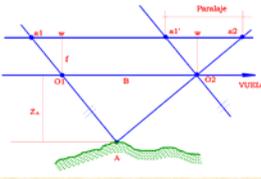


**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**PARES ESTEREOSCÓPICOS**  
*Dos fotografías aéreas consecutivas de una pasada, configuran un par estereoscópico, que permite ampliar las posibilidades métricas de la foto.*

**PARALAJE ESTEREOSCÓPICO:**  
*Desplazamiento aparente de la posición de un objeto fijo, causado por el movimiento del observador.*



$$\frac{Z_A}{f} = \frac{B}{P_A} \Rightarrow Z_A = \frac{B \cdot f}{P_A}$$

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*

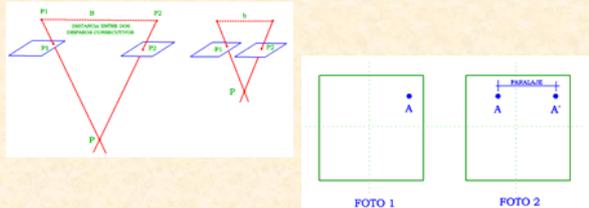

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**PARES ESTEREOSCÓPICOS**  
**PARALAJE ESTEREOSCÓPICO:**



*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*

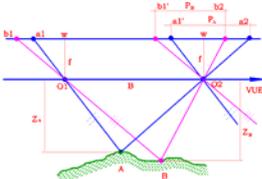

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.4.- LA ESTEREOSCOPIA

**PARES ESTEREOSCÓPICOS**  
*La evaluación del paralaje de dos puntos permite establecer la diferencia de alturas entre dichos puntos.*



$$\frac{Z_A}{f} = \frac{B}{P_A} \Rightarrow Z_A = \frac{B \cdot f}{P_A}$$

$$\frac{Z_B}{f} = \frac{B}{P_B} \Rightarrow Z_B = \frac{B \cdot f}{P_B}$$

$$Z_A - Z_B = \frac{B \cdot f}{P_A} - \frac{B \cdot f}{P_B}$$

$$Z_A - Z_B = B \cdot f \cdot \left( \frac{1}{P_A} - \frac{1}{P_B} \right)$$

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.5.- LA FOTOINTERPRETACIÓN

**ASPECTOS SIGNIFICATIVOS**

- **TONO:** En las fotografías pancromáticas en blanco y negro un dato de sumo interés es el tono de los grises.
- **FORMA:** El contorno de los objetos detona su procedencia natural o artificial.
- **SOMBRA:** Los objetos de forma vertical tienen sombras muy caracterizadas que colaboran a su identificación.
- **FECHA:** El día y la hora de vuelo permite conocer conductas en torno a la población.

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.5.- LA FOTOINTERPRETACIÓN

**INTERPRETACIÓN DEL RELIEVE**

- Los estudios de fotointerpretación se apoyan en un minucioso estudio de los pares por medio de estereoscopio, pero si hay que estudiar un único fotograma los aspectos más importantes a analizar son:
  - Configuración del relieve, escarpados, desmontes, terraplenes, hoyas, arenales, etc.
  - Hidrografía, costas mares, ríos, lagos, embalses, albercas, canales, etc.
  - Vegetación y cultivos, monte, terrenos, despejados, viñedos, olivares, etc.

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGAMETRÍA**  
 1.5.- LA FOTOINTERPRETACIÓN

**ELEMENTOS DE LA GEOGRAFÍA HUMANA**

<b>CONSTRUCCIONES LINEALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías de comunicación.</li> <li>• Canales</li> <li>• Líneas aéreas eléctricas</li> <li>• Líneas aéreas telefónicas</li> <li>• Teleféricos</li> </ul>	<b>CONSTRUCCIONES ZONALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificaciones</li> <li>• Núcleos urbanos</li> <li>• Terminales de transporte</li> <li>• Canteras</li> <li>• Embalses</li> </ul>
---	--

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**  
**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.6.- LA ORTOFOTOGRAFÍA

**ORTOFOTOGRAFÍA**

Una ortofotografía es una fotografía en proyección ortogonal en la que por tratamiento en cada uno de los puntos de la imagen, se ha logrado una escala uniforme en toda su superficie.

Sus principales ventajas son:

- Utilización como documento intermedio para la puesta al día de un mapa topográfico.
- Alternativa al mapa convencional en territorios que carecen de cartografía.
- Levantamientos catastrales.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**  
**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.6.- LA ORTOFOTOGRAFÍA

**ORTOFOTOGRAFÍA**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**  
**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.7.- APLICACIONES DE LA FOTOGRAMETRÍA

**APLICACIONES TOPOGRÁFICAS**

**VENTAJAS SOBRE LA TOPOGRAFÍA CLÁSICA**

- Trabajos de gabinete más económicos que los de campo
- Mayor precisión y homogeneidad.
- Posibilidad de trazado de líneas plani-altimétricas sin interpolación.
- Posibilidad de levantamiento de terrenos difíciles.
- Si la superficie es grande, generan menor coste y mayor rendimiento.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**  
**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.7.- APLICACIONES DE LA FOTOGRAMETRÍA

**TIPOLOGÍA GENERAL**

**FOTOGRAMETRÍA AÉREA O DE EJE VERTICAL.**

- La cámara va montada sobre una avión.

**FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE.**

- La cámara va montada sobre trípode.





Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**  
**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.7.- APLICACIONES DE LA FOTOGRAMETRÍA

**APLICACIONES EN INGENIERÍA CIVIL**

- ESTABLECIMIENTO DE VÍAS DE COMUNICACIÓN
- PLANIFICACIÓN TERRITORIAL
- ANALISIS DE RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO
- HIDROGRAFÍA
- ESTUDIO PARA CONFECCIONAR MAPAS TEMÁTICOS

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**  
**1.- INTRODUCCIÓN A LA FOTOGRAMETRÍA**  
 1.7.- APLICACIONES DE LA FOTOGRAMETRÍA

**APLICACIONES NO TOPOGRÁFICAS**

**Objetos fijos:**

- Arquitectura y Arqueología.
- Medicina.
- Microfotogrametría
- Criminología.
- Industria.
- Escultura

**Objetos en movimiento:**

- Dinámica de fluidos
- Resistencia de materiales
- Geodesia
- Obras de Arte
- Astronomía y Meteorología
- Balística
- Glaciares, presas, construcciones

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 25.-**

Sobre un mapa topográfico particular a escala 1/80.000 se marca el recinto de un futuro Permiso de Investigación del cuál se requiere obtener Cartografía mediante un levantamiento fotogramétrico.

**Obtener:**

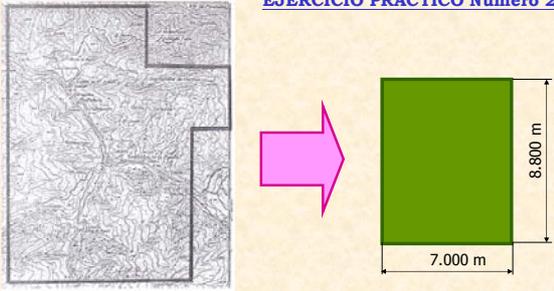
- La mayor escala de la fotografía para lograr que el recinto marcado esté incluido en el par fotogramétrico.
- En el supuesto anterior, calcular el espacio recorrido por el avión entre dos disparos fotogramétricos consecutivos.
- La superficie territorial, en hectáreas, incluida en un par.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 25.-**

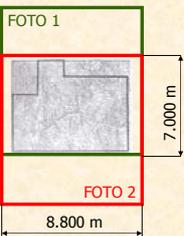


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 25.-**



**ESCALA HORIZONTAL.-**  

$$\left. \begin{array}{l} 0,23 \text{ ----- } 8.800 \\ 1 \text{ ----- } E_H \end{array} \right\} E_H = 38.260$$

**ESCALA VERTICAL.-**  

$$\left. \begin{array}{l} 0,23 \times 0,60 \text{ --- } 7.000 \\ 1 \text{ ----- } E_V \end{array} \right\} E_V = 50.724$$

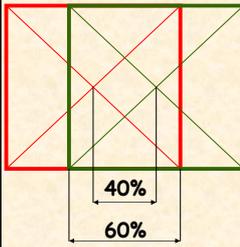
**Apartado A.-  
 ESCALA 1/50.724**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 25.-**



**BASE FOTOGRAMÉTRICA.-**  

$$\left. \begin{array}{l} 60\% \text{ ----- } 7.000 \\ 40\% \text{ ----- } B \end{array} \right\} B = 4.666 \text{ m.}$$

**Apartado B.-  
 Base Fotogramétrica 4.666 m.**

**SUPERFICIE.-**  

$$S = 0,23 \times 0,23 \times 0,6 \times 50.724^2 / 10.000 =$$

**Apartado C.-  
 Superficie 8.166 ha.**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

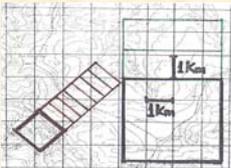
**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 26.-**

En el mapa adjunto se presentan dos vuelos, uno alto y otro bajo. Conociendo la escala gráfica y la distancia focal 160 mm.

**Obtener:**

- Relación entre Altura de Vuelo Alto y la Altura de Vuelo Bajo.
- Superficie recubierta por un par estereoscópico del vuelo bajo.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 26.-**

**RELACIÓN ALTURAS ENTRE EL VUELO ALTO Y BAJO**

$$RELACIÓN = \frac{H_{ALTO}}{H_{BAJO}} \quad \frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f \Rightarrow \frac{H_{ALTO}}{H_{BAJO}} = \frac{E_{ALTO} \cdot f}{E_{BAJO} \cdot f} = \frac{E_{ALTO}}{E_{BAJO}}$$

**Escala del plano**  

$$\left. \begin{array}{l} 13 \text{ mm} \longrightarrow 1.000.000 \text{ mm} \\ 1 \longrightarrow E \end{array} \right\} E = 1/76.923$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 26.-**

**Escala vuelo bajo**

$$\left. \begin{array}{l} 1 \longrightarrow 76.923 \\ 18 \text{ mm} \longrightarrow x \end{array} \right\} X = 1.384,60 \text{ m.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 23 \text{ cm} \longrightarrow 138.460 \text{ cm} \\ 1 \longrightarrow E_{\text{BAJO}} \end{array} \right\} E_{\text{BAJO}} = 1/6.020$$

$$\frac{H_{\text{ALTO}}}{H_{\text{BAJO}}} = \frac{E_{\text{ALTO}}}{E_{\text{BAJO}}}$$

**Escala vuelo alto**

$$\left. \begin{array}{l} 1 \longrightarrow 76.923 \\ 48 \text{ mm} \longrightarrow x \end{array} \right\} X = 3.692,30 \text{ m.}$$

$$\left. \begin{array}{l} 23 \text{ cm} \longrightarrow 369.230 \text{ cm} \\ 1 \longrightarrow E_{\text{ALTO}} \end{array} \right\} E_{\text{ALTO}} = 1/16.053$$

$$\frac{E_{\text{ALTO}}}{E_{\text{BAJO}}} = \frac{16.053}{6.020} = 2,666$$

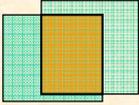
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 26.-**

**SUPERFICIE RECUBIERTA POR UN PAR DEL VUELO BAJO.**



$$\text{Superficie} = \frac{0,23 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 6.020^2}{10.000} = 115 \text{ ha}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 27.-**

Dada una fotografía aérea a escala 1/1.000, tomada con una cámara métrica de 150mm. de distancia focal y en la que es visible la planta de un edificio hexagonal de 40 m. de lado y 70 m. de altura, sabiendo que el Punto Principal está en el centro geométrico del edificio y la sombra generada por el edificio en el instante en que se tomó la fotografía es otro hexágono idéntico al de la planta del edificio que tiene por centro uno de los vértices de la propia planta, Obtener:

A.- Imagen de edificio  
 B.- Punto de fuga de las sombras  
 C.- Altura del Sol

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 27.-**

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f = 1000 \cdot 150(\text{mm})$$

$$H = 150\text{m.}$$

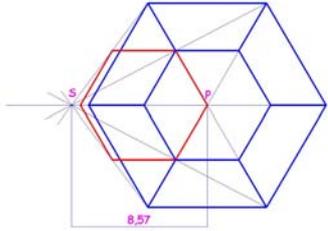
$$h = \left(\frac{n-m}{n}\right) \cdot H$$

$$70 = \left(\frac{n-4}{n}\right) \cdot 150$$

$$n = 7,5\text{cm}$$

$$\alpha = \text{Arctg}\left(\frac{H}{PS}\right) =$$

$$\alpha = \text{Arctg}\left(\frac{1000}{857}\right) =$$

$$\alpha = 54,8927^\circ$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 28.-**

Una fotografía aérea a escala 1/3000 incluye un edificio de planta rectangular MNIJ, un poste AB y un segmento CD que representa sobre el terreno, la marca donde se cimentará un muro de 50m. de altura. Sabiendo que la focal de la cámara métrica es de 150mm. y que el poste AB tiene por sombra AB'.

Se pide:

A.- Volumen del edificio.  
 B.- Sombra del edificio.  
 C.- Altura del Sol.  
 D.- Dibujar la imagen del muro

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 28.-**

**VOLUMEN DEL EDIFICIO**

$$V = l \cdot a \cdot h$$

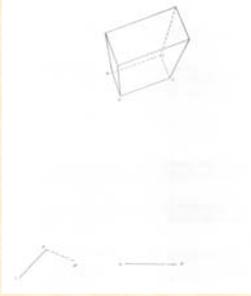
$$l = 84\text{m} \Rightarrow \text{foto}$$

$$a = 42\text{m} \Rightarrow \text{foto}$$

**Altura de vuelo:**

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f$$

$$H = 3.000 \cdot 150 = 450.000\text{mm}$$

$$H = 450\text{m}$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 28.-**

**Altura del edificio:**

$$h = \left(\frac{n-m}{n}\right) \cdot H$$

$$h = \left(\frac{95-65}{95}\right) \cdot 450$$

$$n = 142m$$

**VOLUMEN DEL EDIFICIO**

$$V = l \cdot a \cdot h$$

$$V = 84 \cdot 42 \cdot 142$$

$$V = 500.976m^3$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

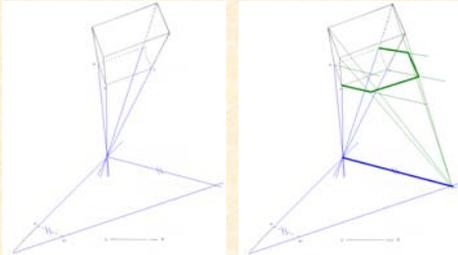


**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 28.-**

**SOMBRA DEL EDIFICIO**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 28.-**

**ALTURA DEL SOL**

$$\alpha = \text{Arctg}\left(\frac{H}{PS}\right) =$$

$$\alpha = \text{Arctg}\left(\frac{450}{180}\right) =$$

$$\alpha = 75,7762^\circ$$

**IMAGEN Y SOMBRA DEL MURO**

$$h = \left(\frac{n-m}{n}\right) \cdot H$$

$$50 = \left(\frac{n-5,2}{n}\right) \cdot 450$$

$$n = 5,8cm$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 29.-**

**Dadas dos fotografías aéreas consecutivas tomadas en un vuelo fotogramétrico y sabiendo las coordenadas de los detalles A y B suministradas en el propio documento, calcular el desnivel existente entre ambos puntos.**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 29.-**

**COORDENADAS LOCALES DE LOS PUNTOS**

P [0,0]  
 A [1/1]  
 B [9/13]

ESCALA  
 $230/89=2,584$

P [0,0]  
 A [2,6/2,6]  
 B [23,3/33,6]

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

---

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 29.-**

**COORDENADAS LOCALES DE LOS PUNTOS**

P [17/0]  
 A [18/2]  
 B [23/16]

ESCALA  
 $230/89=2,584$

P [43,9/0]  
 A [46,5/5,2]  
 B [59,4/41,3]

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 29.-**

**PARALAJE DEL PUNTO A**

$$\Delta X = 46,5 - 2,6 = 43,9$$

$$\Delta Y = 5,2 - 2,6 = 2,6$$

$$Paralaje = \sqrt{43,9^2 + 2,6^2} = 44mm.$$

**PARALAJE DEL PUNTO B**

$$\Delta X = 59,4 - 23,3 = 36,1$$

$$\Delta Y = 41,3 - 33,6 = 7,7$$

$$Paralaje = \sqrt{36,1^2 + 7,7^2} = 36,9mm.$$

**ALTURA DE VUELO**

Escala 1/8.500  
 Dist. Focal 152,23 mm

$$\frac{1}{E} = \frac{f}{H} \Rightarrow H = E \cdot f$$

$$H = 8.500 \cdot 152,23 = 1.302.455mm = 1.302,455m$$

**Desnivel = -248,406 m.**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 29.-**

**BASE FOTOGAMÉTRICA**

$$\Delta X = 43,9 - 0 = 43,9$$

$$\Delta Y = 0 - 0 = 0$$

$$Base = \sqrt{43,9^2 + 0^2} = 43,9mm.$$

$$Base = B = 43,9 \cdot 8.500 = 373.150mm.$$

**DESIVEL ENTRE PUNTOS**

$$Z_A - Z_B = B \cdot f \cdot \left( \frac{1}{P_A} - \frac{1}{P_B} \right) =$$

$$Z_A - Z_B = 373,150 \cdot 152,23 \cdot \left( \frac{1}{44} - \frac{1}{36,9} \right) =$$

**Desnivel = -248,406 m.**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 29.-**

**DISTANCIA REDUCIDA**

$$h = \left( \frac{n-m}{n} \right) \cdot H$$

$$248,406 = \left( \frac{n-30}{n} \right) \cdot 1.302,455$$

$$n = 37mm. \rightarrow B'$$

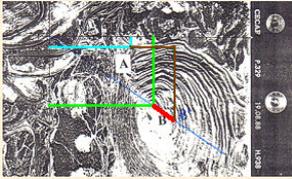
**Distancia entre A y B' = 20 mm.**

$$D_n^2 = 20 \cdot 2.584 \cdot 8.500$$

$$2,2584 = Reducción\_Fotocopiadora$$

$$8.500 = Escala\_Fotografía\_Aérea$$

**Distancia = 439,28 m.**



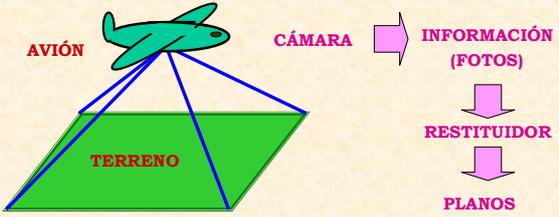
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGAMETRÍA

**ESQUEMA GENERAL**



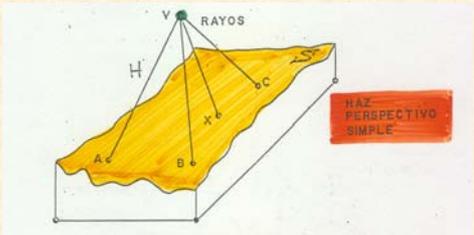
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGAMETRÍA

**HAZ PERSPECTIVO.-**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

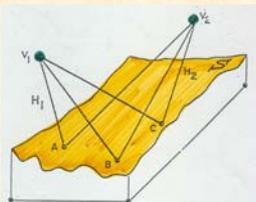
**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGAMETRÍA

**HAZ PERSPECTIVO.-**

**Cada punto de la superficie terrestre queda definido por la intersección de dos rayos homólogos, para ello:**

- 1.- Conocer la forma o posición relativa de los diferentes rayos que lo componen.
- 2.- Tener información en el espacio de cada haz respecto al sistema de referencia adoptado.
- 3.- Conseguir identificar con total rigor los rayos homólogos asociándolos sin ambigüedad.



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

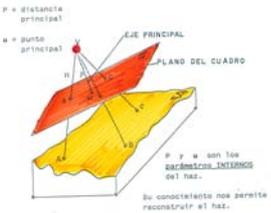

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



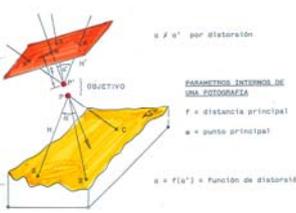
**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGAMETRÍA

**DEFINICIÓN DE HAZ**



$f$  = distancia principal  
 $o$  = punto principal  
**EJE PRINCIPAL**  
**PLANO DEL CUADRO**  
 $h, y, x$  con los **PARÁMETROS INTERNOS** del haz.  
 Si conocieramos nos permite reconstruir el haz.



$s, f, s'$  por distorsión  
**PARÁMETROS INTERNOS DE UNA FOTOGRAFÍA**  
 $f$  = distancia principal  
 $o$  = punto principal  
 $s = f(s')$  = función de distorsión

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

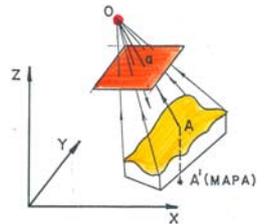

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGAMETRÍA

**DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN DEL HAZ**



$Z$   
 $Y$   
 $X$   
 $A'$  (MAPA)

**Los datos necesarios son :**

- 1.- *Coordenadas del Vértice del Haz.*
- 2.- *Los tres ángulos de giro del plano imagen con la vertical.*

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA FOTOGAMETRÍA

**RESTITUCIÓN**

*Se denomina **RESTITUCIÓN** a la búsqueda de la intersección de los rayos homólogos de los dos haces. De esta forma se determinan las coordenadas de los puntos del objeto en el sistema de referencia adoptado. Se emplea un instrumento llamado **RESTITUIDOR**.*

**Un Restituidor debe tener:**

- Sistema de reconstrucción de haces.
- Sistema de observación estereoscópica.
- Sistema que permita materializar la posición de los rayos.
- Sistema que permita establecer la intersección de los rayos.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

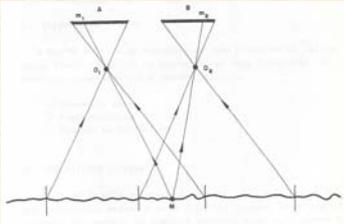

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.2.- MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGAMETRÍA

**INTRODUCCIÓN → CAPTURA DE LA INFORMACIÓN**



**"Haces perspectivos y posición puntual"**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

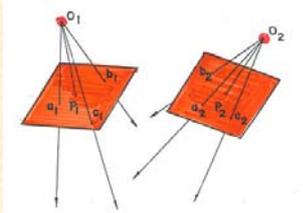

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.2.- MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGAMETRÍA

**ORIENTACIÓN INTERNA**



**Con los elementos internos:**

- Distancia Focal
- Punto Principal
- Función de distorsión

**Invertiendo el sentido de los rayos, se reproducen los haces individuales.**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

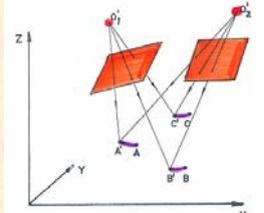

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGAMÉTRICO**  
 2.2.- MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGAMETRÍA

**ORIENTACIÓN EXTERNA**



**A.- ORIENTACIÓN RELATIVA**

*Situando ambos haces en posición relativa idéntica a la que fueron tomadas las parejas de rayos homólogos se cortarán.*

*El conjunto de intersecciones constituye un "Modelo del Objeto".*

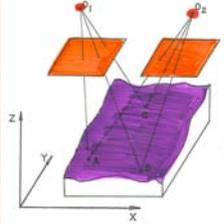
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO**  
 2.2.- MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGRAMETRÍA

**ORIENTACIÓN EXTERNA**



**B.- ORIENTACIÓN ABSOLUTA**

Mediante rotaciones, desplazamientos y cambios de escala del conjunto se hacen coincidir las intersecciones de los rayos homólogos de los puntos de apoyo con sus posiciones conocidas.

El modelo estará ajustado a una escala conocida y nivelado.

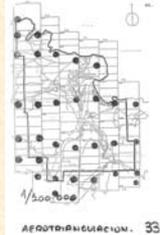
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

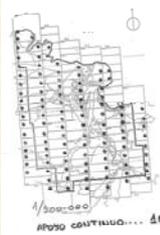
**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**2.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES Y EL MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO**  
 2.2.- MÉTODO GENERAL DE LA FOTOGRAMETRÍA

**ORIENTACIÓN EXTERNA**



**EJEMPLOS**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA**  
 3.1.- INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE GEORREFERENCIACIÓN

**VENTAJAS DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO CARTOGRÁFICO**

- La información se almacena en un soporte estable.
- El almacenamiento es fácil y poco voluminoso.
- La puesta al día de la información es rápida y sencilla.
- Posibilidad de cambio de sistema de referencia y de escala.
- Posibilidad de integrar la información cartográfica con bases de datos y poder generar los SIG.
- Eliminar las partes más tediosas de la producción cartográfica como son el dibujado de cajetines, rotulación, etc.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

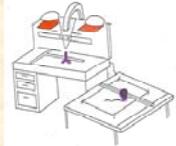

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA**  
 3.2.- FOTOGRAMETRÍA Y CAPTURA DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

**RESTITUCIÓN ANALÓGICA**

- Tiene engranajes mecánicos para la transmisión del movimiento del índice a la mesa de dibujo.
- Posee codificadores para la conversión del movimiento del índice en un impulso eléctrico que un determinado periférico (Impresora, Plotter, etc.) sea capaz de representar



**RESTITUIDOR "WILD B8"**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

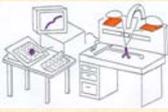
**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA**  
 3.2.- FOTOGRAMETRÍA Y CAPTURA DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

**RESTITUCIÓN NUMÉRICA**

-Una vez que se tienen impulsos eléctricos estos se pueden enviar a un ordenador para que los trate en función del HARDWARE y SOFTWARE disponible.

- NUMÉRICA CIEGA:  
 \*(Sin monitor)
- NUMÉRICA INTERACTIVA:  
 \*(Con monitor)




**RESTITUCIÓN NUMÉRICA DEL MTN25 (IGN, 1986)**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA**  
 3.2.- FOTOGRAMETRÍA Y CAPTURA DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

**RESTITUCIÓN ANALÍTICA**



**RESTITUIDOR "LEICA SD-2000"**



- Este método lo que hace es formar el terreno en base a las coordenadas medidas sobre los fotogramas de los puntos que se pretenden representar y después aplicar los algoritmos matemáticos necesarios para obtener las coordenadas terreno.
- Tiene dispositivos de medida sobre los fotogramas llamados comparadores o estereocomparadores.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA  
3.3.- LA RESTITUCIÓN DIGITAL

**RESTITUCIÓN DIGITAL**

**COMPONENTES DEL EQUIPO:**

**SCANNER** : Produce ficheros digitales a partir de las imágenes fotográficas, debe tener como mínimo:

- Resolución 15 micras y COLOR

**ESTACION DE TRABAJO** : Debe permitir las siguientes operaciones:

- Visión estereoscópica
- Movimiento en Z
- Software fotogramétrico



Estación de Trabajo "ImageStation2"

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA  
3.3.- LA RESTITUCIÓN DIGITAL

**RESTITUCIÓN DIGITAL**

**OCUPACIÓN DE MEMORIA:**

LADO DEL PIXEL		OCUPACIÓN INFORMÁTICA (Megabytes)
Milímetros	Micras	
0,4	400	0,33
0,2	200	1,3
0,04	40	33
0,025	25	84

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA  
3.3.- LA RESTITUCIÓN DIGITAL

**RESTITUCIÓN DIGITAL**

**PRECISIÓN DE SISTEMA:**

$$PRECISIÓN = \frac{R \cdot E_f}{2}$$

R = Resolución del escaneado  
E<sub>f</sub> = Denominador de la escala de la fotografía

Aplicando esta relación a una foto aérea a escala 1/3000 resulta:

TAMAÑO PIXEL RESOLUCIÓN (Micras)	PRECISIÓN POSADO (Centímetros)	CATEGORÍA DEL RESTITUIDOR
100	15	2"
40	6	2"
20	3	1"
7	1,05	1"

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA  
3.3.- LA RESTITUCIÓN DIGITAL

**LA ORTOIMAGEN DIGITAL**

**PROPIEDADES:**

Documento fotográfico que permite aprovechar las propiedades informativas de las fotografías aéreas y realizar las medidas que en un plano convencional.

**PERSPECTIVA CÓNICA**      **REQUERIMIENTOS:**

↓      ↓      ↓

**PROYECCIÓN ORTOGONAL**      **Vuelo Fotogramétrico (Digital)**  
**Datos Orientación Relativa y Absoluta**  
**Modelo Digital del Terreno**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

3.- RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA  
3.3.- LA RESTITUCIÓN DIGITAL

**LA ORTOIMAGEN DIGITAL**

**EJEMPLO:**



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- ACTIVIDADES FOTOGRAMÉTRICAS  
4.1.- ESQUEMA GENERAL

**ESQUEMA GENERAL DE ACTIVIDADES**

```

    graph TD
      A[Proyecto de vuelo] --> B[Fotografía aérea]
      B --> C[Obtención de datos para la orientación absoluta de los pares estereoscópicos]
      C --> D[Apoyo]
      D --> E[Restitución]
      E --> F[Trabajos de ultimación]
      F --> G[Edición]
      G --> H[Publicación]
      H --> I[Puesta al día]
  
```

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**4.- ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**  
 4.2.- EL PROYECTO DE VUELO  
**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**

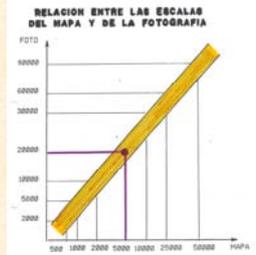
**Diseñar el Proyecto de Vuelo a llevar a cabo para obtener catografía a escala 1/5.000 de una zona del territorio que se caracteriza por ser la que ocupa una hoja del Mapa Topográfico nacional a escala 1/50.000 (MTN50). Sabiendo que para ello se dispone de una cámara de distancia focal 150 mm., que se plantea trabajar con los recubrimientos habituales, con fotogramas de 23x23 cm. y que la velocidad del avión es de 200 Km/h.**

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**4.- ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**  
 4.2.- EL PROYECTO DE VUELO  
**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**



**1/50.000**  
**27x18,5 km**

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**4.- ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**  
 4.2.- EL PROYECTO DE VUELO  
**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**

- ESCALA MEDIA QUE DEBE TENER LA FOTO**  
 Se ve en el gráfico →  $E = 1/20.000$   $M_b = 20000$
- SUPERFICIE DE LA ZONA**  
 $\approx 50000 \text{ Ha} \approx \text{RECTÁNGULO } 27 \text{ Km} \times 18,5 \text{ Km}$
- ALTURA DEL VUELO**  
 $1/M_b = f/h \rightarrow h = f \times M_b = 0,150 \times 20000 = 3000 \text{ m}$
- SUPERFICIE REAL DE LA FOTO**  
 $S = 0,23 \times 0,23 = 0,05 \text{ m}^2$

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**4.- ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**  
 4.2.- EL PROYECTO DE VUELO  
**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**

- SUPERFICIE DEL TERRENO QUE COGE UNA FOTO**  
 $S = 0,05 \times M_b^2 = 2000 \text{ Ha}$
- BASE**  
 $B = (100-p/100) \times M_b \times 1 = (40/100) \times 4600 = 1840 \text{ m}$
- SEPARACIÓN ENTRE PASADAS**  
 $A = (100-q/100) \times M_b \times 1 = (80/100) \times 4600 = 3680 \text{ m}$
- SUPERFICIE NETA DEL FOTOGRAMA**  
 $S = A \times B = 1840 \times 3680 = 677,12 \text{ Ha}$

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**4.- ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**  
 4.2.- EL PROYECTO DE VUELO  
**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**

- NÚMERO APROXIMADO DE FOTOGRAMAS**  
 $n = 50000 \text{ Ha} / 677,12 \text{ Ha} = 74$
- NÚMERO DE FOTOGRAMAS POR PASADA**  
 $N_f = 1 + (27000 / 1840) = 16$
- NÚMERO DE PASADAS**  
 $N_p = 1 + (18500 / 3680) = 6$   
**SIN TANTA SEGURIDAD SE PUEDE REDUCIR A 5 PASADAS**  
 $N = 16 \times 5 = 80$

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**4.- ACTIVIDADES FOTOGAMÉTRICAS**  
 4.2.- EL PROYECTO DE VUELO  
**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**

- CONSIDERANDO LA ZONA DE SEGURIDAD SERÁN:**  
 $n = 16 \times 6 = 96 + 4 \text{ (Prueba)} = 100$   
**LUEGO SERÁN 100/4 ≈ 25 m DE PELÍCULA**

**NITIDEZ:** Desplazamiento de un punto de la imagen para considerar que en la fotografía no de la sensación de movimiento, se considera 0,05 mm.

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- ACTIVIDADES FOTOGRAMÉTRICAS  
4.2.- EL PROYECTO DE VUELO

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 30.-**

13. INTERVALO ENTRE DISPAROS

$\Delta t = B/V = 1840/(200 \times 1000/3600) = \mathbf{33,12 \text{ SEGUNDOS}}$

14. DURACIÓN DEL VUELO

POR PASADA 16 FOTOS → 15 INTERVALOS → 6 PASADAS

$t = 15 \times 6 \times 33,12 = 2980 \text{ Seg.} \approx \mathbf{50 \text{ MINUTOS}}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- ACTIVIDADES FOTOGRAMÉTRICAS  
4.3.- APROXIMACIÓN DE COSTES

**COSTE DEL VUELO**

ESCALA DE VUELO	COSTE UNITARIO
1/15.000	0,20 / 0,25 €/Ha.
1/5.000	0,80 / 1,00 €/Ha.

**COSTE DEL APOYO**

APOYO CONTINUO	APOYO AEROTRIANGULADO
Punto de Apoyo 30 €	Punto de Apoyo 30 €
Modelo (No hay)	Modelo 30 €

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- ACTIVIDADES FOTOGRAMÉTRICAS  
4.3.- APROXIMACIÓN DE COSTES

**COSTE DE LA RESTITUCIÓN**

ESCALA CARTOGRAFÍA	TIPO DE SUELO	ESCALA DE VUELO	PRECIO UNITARIO
Escala 1/500	Urbano	1/3.000	120 €/Ha.
	Semiurbano	1/3.500	60 €/Ha.
Escala 1/1.000	Urbano	1/4.000	45 €/Ha.
	Semiurbano	1/5.000	30 €/Ha.
Escala 1/2.000	Urbano	1/5.000	21 €/Ha.
	Semiurbano	1/8.000	15 €/Ha.
Escala 1/5.000	Rústico	1/8.000	12 €/Ha.
	Mixto	1/20.000	3 €/Ha.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

4.- ACTIVIDADES FOTOGRAMÉTRICAS  
4.3.- APROXIMACIÓN DE COSTES

**RESUMEN DE COSTE FUNDAMENTAL**

Vuelo Fotogramétrico ..... X €.-

Apoyo Fotogramétrico ..... X €.-

Restitución Fotogramétrica ..... X €.-

**COSTE TOTAL X + X + X €.-**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

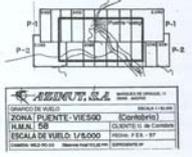
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-  
SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

La parte recubierta estereoscópicamente de una zona del Ayuntamiento de Puenteviego se caracteriza por ser:

15 % Urbano  
35 % Semiurbano  
50 % Rústico



Sabiendo que se pretende obtener cartografía a escala 1/1000, obtener el coste aproximado del vuelo, apoyo y la Restitución.

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-  
SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

**ESCALA DEL GRÁFICO**

VERDADERA MAGNITUD DEL FOTOGRAMA.-

$\left. \begin{array}{l} 0,23 \text{ ----- } 5.000 \\ 1 \text{ ----- } L \end{array} \right\} L = 1.150 \text{ m.}$

VERDADERA MAGNITUD DEL FOTOGRAMA.-

$\left. \begin{array}{l} 0,018 \text{ ----- } 1.150 \\ 1 \text{ ----- } \text{Emapa} \end{array} \right\} \text{Emapa} = 1/ 63.889$

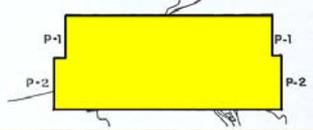
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-**  
**SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

**VUELO FOTOGAMÉTRICO**



**SUPERFICIE VOLADA.-**  

$$S_{REAL} = S_{PAPEL} \cdot E^2$$

$$S_{REAL} = \frac{22 \cdot 63.889^2}{10^8} \approx 900 \text{ Ha.}$$

**COSTE APROXIMADO.-**  

$$C_{VUELO} = 2.000 + (3 \cdot 900) = 4.700 \text{ €}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

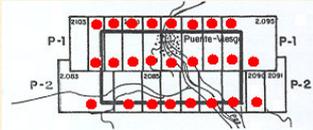

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-**  
**SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

**APOYO FOTOGAMÉTRICO**

**APOYO CONTINUO.-**



**25 PUNTOS DE APOYO**

**COSTE APROXIMADO.-**  

$$C_{APOYO} = 30 \cdot 25 = 750 \text{ €}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

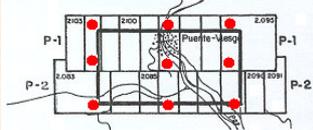

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-**  
**SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

**APOYO FOTOGAMÉTRICO**

**APOYO AEROTRIANGULADO.-**



**9 PUNTOS DE APOYO**  
**4 MODELOS AEROTRIANG.**

**COSTE APROXIMADO.-**  

$$C_{APOYO} = 30 \cdot (9 + 4) = 390 \text{ €}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

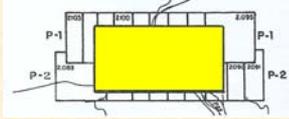

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-**  
**SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

**RESTITUCIÓN**

**SUPERFICIE RESTITUIDA.-**



$$S_{REAL} = S_{PAPEL} \cdot E^2$$

$$S_{REAL} = \frac{11 \cdot 63.889^2}{10^8} \approx 450 \text{ Ha.}$$

**COSTE APROXIMADO.-**  

$$C_{RESTITUCIÓN} = [450 \cdot 0,15 \cdot 45] + [450 \cdot 0,35 \cdot 30] + [450 \cdot 0,50 \cdot 15] = 11.137,50 \text{ €}$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 31.-**  
**SUPUESTO PRÁCTICO IV-1 (Pág. 54)**

**RESUMEN DE COSTE**

Vuelo Fotogramétrico .....	4.700,00 €.-
Apoyo Fotogramétrico .....	390,00 €.-
Restitución Fotogramétrica .....	11.175,50 €.-
<b>COSTE TOTAL</b>	<b>16.265,50 €.-</b>

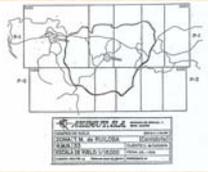
Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**EJERCICIO PRÁCTICO Número 32.-**

**La parte recubierta estereoscópicamente de una zona del Ayuntamiento de Ruiloba se caracteriza por ser:**



**70 % Semiurbano**  
**30 % Rústico**

**Sabiendo que se quiere obtener cartografía a escala 1/5000 obtener el coste aproximado del proyecto.**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Míneros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

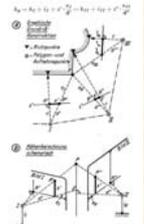
5.- FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS  
5.1.- INTRODUCCIÓN

**GENERALIDADES E HISTORIA**

- **NACIMIENTO PARALELO A LA FOTOGRAFÍA**
- **IMPULSORES (S. XIX)**
  - LAUSSEDAT → 1ª CÁMARAS ESPECIALES METROFOTOGRAFÍA
  - MEYDENBAUER → 1ª CÁMARA MÉTRICA "FOTOGRAMETRÍA"



Castillo de Vincennes (LAUSSEDAT)



Procedimiento de MEYDENBAUER

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

5.- FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS  
5.2.- LA TOMA FOTOGRÁFICA

**TIPOS DE CÁMARAS**

- **CÁMARAS ESTEREOMÉRICAS**
  - 2 CÁMARAS MÉTRICAS IDÉNTICAS
  - SOPORTE COMÚN (separación 40 a 120 cm)
- **CÁMARAS MÉTRICAS**
  - VERSÁTILES
  - COSTE ELEVADO
  - 60 mm < focal < 100 mm
  - FORMATOS VARIABLES
- **CÁMARAS SEMIMÉTRICAS**
  - CASI CONVENCIONALES
  - BUENAS RELACIÓN COSTE-PRESTACIONES






Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

5.- FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS  
5.2.- LA TOMA FOTOGRÁFICA

**TOMAS ESTEREOSCÓPICAS**

- **PARÁMETROS FUNDAMENTALES**
  - DISTANCIA A OBJETO
  - DISTANCIA ENTRE CÁMARAS



Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

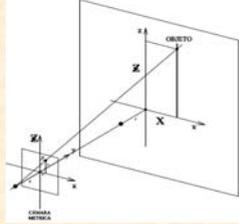
5.- FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS  
5.3.- PRINCIPALES RELACIONES GEOMÉTRICAS

**SEMEJANZA EN UN FOTOGRAMA**

- EJES DE REFERENCIA FOTO (x, z)
- EJES DE REFERENCIA OBJETO (X, Z)
- PROFUNDIDAD y (Y)

"RELACIÓN DE SEMEJANZA"

$$\frac{f}{Y} = \frac{x}{X} \rightarrow X = \frac{Y}{f} \cdot x$$

$$\frac{f}{Y} = \frac{z}{Z} \rightarrow Z = \frac{Y}{f} \cdot z$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

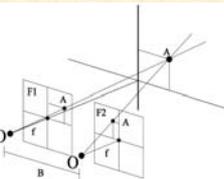
5.- FOTOGRAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS  
5.3.- PRINCIPALES RELACIONES GEOMÉTRICAS

**SEMEJANZA EN UN PAR FOTOGRAMÉTRICO**

- F1 y F2 → PAR FOTOGRAMÉTRICO
- A → PUNTO DEL OBJETO: (X<sub>A</sub>, Z<sub>A</sub>)
- F1: (X<sub>A</sub>, Z<sub>A</sub>)<sub>F1</sub> F2: (X<sub>A</sub>, Z<sub>A</sub>)<sub>F2</sub>
- Y<sub>A</sub> → PROFUNDIDAD Ó ALEJAMIENTO

A PARTIR DE LA FOTOGRAFÍA:

$$\left. \begin{aligned} \frac{f}{y_A} &= \frac{P_A}{B} \\ \frac{f}{y_A} &= \frac{B}{P_A} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} B &= \text{Base Fotogramétrica} \\ P_A &= \text{Paralaje punto A} \end{aligned}$$

$$\rightarrow Y_A = \frac{B \cdot f}{P_A} \quad \text{"B" y "f" = CTE.}$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA.

ESCUOLA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA

**SUPUESTO PRÁCTICO IV-2 (Pág. 62)**

Una cámara métrica de focal 120 mm. y formato 60x80 mm. realiza un par fotogramétrico a un objeto con base fotogramétrica de 4 m. Sabiendo que las fotocorrespondencias son:

Foto izquierda F1                      Foto derecha F2  
X<sub>A</sub>=26 mm    Y<sub>A</sub>=39 mm                      X<sub>A</sub>=-22 mm    Y<sub>A</sub>=39 mm

**Determinar las coordenadas del punto A**

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**SUPUESTO PRÁCTICO IV-2 (Pág. 62)**

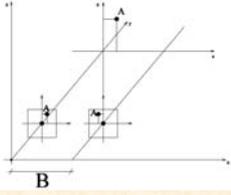
**ALEJAMIENTO  $Y_A$**

$$Y_A = \frac{B \cdot f}{P_A} = \frac{4 \cdot 120}{26 + 22} = 10m.$$

**COORDENADA  $X_A$**

$$X_A = \frac{x_A}{f} \cdot Y_A = \frac{26}{120} \cdot 10 = 2,167m.$$

**COORDENADA  $Z_A$**

$$Z_A = \frac{z_A}{f} \cdot Y_A = \frac{37}{120} \cdot 10 = 3,083m.$$


Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**5.- FOTOGAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS**  
 5.4.- EVALUACIÓN DE ERRORES E INFLUENCIA

**DETERMINACIÓN DE ERRORES POR COMPONENTES**

- **PARA LA COORDENADA X**

$$X = \frac{y}{f} x \quad \rightarrow \quad dX = \frac{x}{f} dy + \frac{y}{f} dx$$

$$dY = -\frac{x}{f} \frac{Y^2}{B \cdot f} dP = -\frac{x}{B} \frac{Y^2}{f^2} dP$$

- **PARA LA COORDENADA Z**

"Con el razonamiento anterior"  $dZ = \frac{z}{f} dY$

$$dZ = -\frac{Y^2}{B \cdot f} dP$$

- **PARA LA COORDENADA Y**

"Con el concepto de paralaje y diferenciando"

$$P = \frac{B \cdot f}{Y}; \quad dP = -\frac{B \cdot f}{Y^2} dY \quad \rightarrow \quad dY = -\frac{Y^2}{B \cdot f} dP$$

$$dZ = -\frac{Y}{f} \frac{Y^2}{B \cdot f} dP = -\frac{Y^3}{B \cdot f^2} dP$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

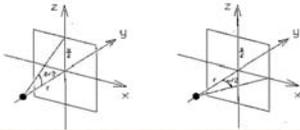
**5.- FOTOGAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS**  
 5.4.- EVALUACIÓN DE ERRORES E INFLUENCIA

**ERRORES MÁXIMOS Y ÁNGULOS LÍMITE**

- **MÁXIMOS VALORES DE LAS FOTOCOORDENADAS**

  
 $x/2, y/2$  EN PUNTO EXTREMO DEL FOTOGRAMA

- **ÁNGULOS LÍMITE**

$$\operatorname{tg} \frac{\omega}{2} = \frac{x_L}{f} \quad \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{y_L}{f}$$


$x_L, y_L \rightarrow$  TAMAÑO DEL FORMATO DEL NEGATIVO

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**SUPUESTO PRÁCTICO IV-3 (Pág. 64)**

Determinar el error máximo en una toma simple, a partir de los siguientes casos:

- Formato foto: 80x100 mm
- Focal: 75 mm
- Base fija: 40 cm
- Error en obtener paralaje: 10 micras (0,01 mm)
- Distancia de la toma: 9 m

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**SUPUESTO PRÁCTICO IV-3 (Pág. 64)**

**OBTENCIÓN DIRECTA DE ERRORES POR EJE**

$$dY = \frac{Y^2}{B \cdot f} dP = \frac{9^2}{0,4 \cdot 0,075} 10^{-5} = 0,027m.$$

$$dX = \operatorname{tg} \left( \frac{\omega}{2} \right) dY = \frac{x/2}{f} dY = \frac{40/2}{75} 0,027 = 0,0144m.$$

$$dZ = \operatorname{tg} \left( \frac{\beta}{2} \right) dY = \frac{y/2}{f} dY = \frac{100/2}{75} 0,027 = 0,018m.$$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**SUPUESTO PRÁCTICO IV-3 (Pág. 64)**

**ERROR MÁXIMO PLANIMÉTRICO ("ERROR DE FACHADA")**

$$\epsilon_{fachada}^2 = dX^2 + dY^2 = \operatorname{tg}^2 \frac{\omega}{2} \frac{Y^2}{B \cdot f} dP + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2} \frac{Y^2}{B \cdot f} dP$$

$$\epsilon_{fachada} = \frac{Y^2}{B \cdot f} dP \sqrt{\operatorname{tg}^2 \frac{\omega}{2} + \operatorname{tg}^2 \frac{\beta}{2}}$$

**ERROR MÁXIMO ALTIMÉTRICO ("ERROR DE PROFUNDIDAD")**

$$\epsilon_{profundidad} = \frac{Y^2}{B \cdot f} dP$$

**ERRORES MÁXIMOS**

$\epsilon_{fachada} = 0,023 \text{ m}$   
 $\epsilon_{profundidad} = 0,027 \text{ m}$

Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010  
 Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.

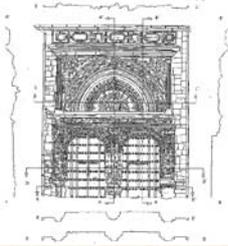

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**5.- FOTOGAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS**  
 5.5.- APLICACIONES CARACTERIZADAS

**CATEDRAL DE CALAHORRA**



→


*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

**5.- FOTOGAMETRÍA TERRESTRE CON CÁMARAS MÉTRICAS**  
 5.5.- APLICACIONES CARACTERIZADAS

**IGLESIA DE LOS JESUITAS (SANTANDER)**



→


*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*


**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**  
 INGENIERÍA CARTOGRÁFICA,  
 GEODÉSICA Y FOTOGAMETRÍA.
 

**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA**

# FIN

*Asignatura: "Topografía y Geodesia", Plan de Estudios 2010*  
*Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Grado en Ingeniería de los Recursos Energéticos.*