

A mi padre Luis Leonardo Manrique Castañeda



17 agosto 1934 29 agosto 2003

## INTRODUCCIÓN

La arqueología es una disciplina científica que estudia las sociedades y sus cambios a través de restos materiales distribuidos en el espacio y contenidos en el tiempo.

Actualmente se han aplicado los métodos de la arqueología clásica a la excavación de fosas clandestinas con el objetivo de recuperar restos de personas víctimas de desaparición forzosa sobre todo durante las dictaduras militares de América latina de finales del siglo pasado<sup>1</sup>. Esto llevo a un nuevo enfoque de la arqueología en lo que se conoce como arqueología forense<sup>2</sup> en donde obviamente no se van a excavar grandes edificios como en la arqueología clásica más bien se van a excavar estructuras simples o tumbas sin ninguna estructura asociada utilizadas para depositar cuerpos. Otra diferencia significativa es que no se va a excavar a gran profundidad puesto que generalmente los entierros se localizan de manera muy superficial. Por último los materiales que podemos recuperar en una excavación de este tipo no van a ser de cerámica, piedra o concha como los localizados en sitios arqueológicos sino prótesis dentales válvulas cardiacas, balas, casquillos y otro tipo de materiales modernos.

Si bien durante la historia de la arqueología los primeros pasos en el siglo XVIII eran la visita a ruinas clásicas y la recuperación de restos históricos<sup>3</sup> de civilizaciones pasadas en la actualidad esta visión ya no es la única si bien la mayoría de los especialistas siguen en este enfoque a principios del siglo XX se empezaron a observar otros objetivos de estudio que no dejan der interesantes como es la moderna arqueología industrial o el tema de este texto que es la arqueología forense.

Estas dos ramas recientes de la arqueología parten de los métodos clásicos sin embargo su aplicación en estos nuevos objetivos se ha ido transformando y adecuando a sus situaciones propias convirtiéndose en metodologías específicas.

Ya definí el primer término que es arqueología ahora lo que nos falta es definir lo forense que viene del foro romano que era el sitio donde se sentaban a deliberar los jueces en esa época por lo cual existe una infinidad de ciencias forenses las cuales desde su campo propio de estudio proporcionan información útil al juzgador para poder evaluar un aspecto concreto en un juicio, de esta manera existe una medicina, genética, química, física, geología forense entre otras.

Dentro de las ciencias antropológicas<sup>4</sup> se puede dividir la antropología forense en tres grandes áreas, la antropología física forense, la arqueología y la antropología cultural forense.

La primera<sup>5</sup> que llama mucho la atención y que ha sido llevada a la televisión en numerosas ocasiones en la que el investigador descubre todo el caso a través de unos huesos que le entrega la policía.

---

<sup>1</sup> Fondebrider 2001:40

<sup>2</sup> Rodriguez 1994:8

<sup>3</sup> Hole 1983:26

<sup>4</sup> Lara 2009:26

La segunda área es igual o más importante que la primera porque cuando un esqueleto es levantado del terreno sin una metodología adecuada se perderá información importante que probablemente nos lleve a que nunca se pueda resolver un caso y justamente esta metodología la da la arqueología forense.

Por ultimo tenemos la antropología cultural forense que es el trato que se les da a las personas después de la muerte y está muy relacionado con las creencias de la persona que trata el cuerpo y con su cultura y que nos puede dar mucha información para investigar los hechos.

En este texto no quiero hacer un manual de arqueología puesto que existen muchos y de calidad indiscutible más bien el objetivo de hacer este manual es realizar una recopilación de las mejores formas de trabajar contextos en los que sospeche existan restos esqueléticos humanos de interés forense.

---

<sup>5</sup> En el capítulo de análisis de laboratorio hablaremos de los métodos de estudio de huesos humanos con más detalle.

## **TERMINOS DEDFINITORIOS**

### **INTRODUCCION**

El mundo de la arqueología es fascinante sin embargo como en todas las disciplinas necesitamos antes de entrar de lleno en la materia revisar algunos conceptos básicos de aquellos fenómenos naturales y o culturales que suceden de manera cíclica y que nos permiten a través de su conocimiento hacer inferencias validas de cómo sucedieron los hechos por ese motivo decidí en este capítulo incluir algunas definiciones básicas.

### **CONCEPTO DE ARQUEOLOGÍA FORENSE**

La arqueología forense es la aplicación de las metodologías clásicas de esta ciencia a la resolución de cuestiones medico legales.

En este punto tenemos que hacer una distinción entre la antropología que en su conjunto es el estudio del ser humano y una de sus disciplinas que es la arqueología.

La antropología está compuesta por cuatro ramas principales, la antropología física que estudia las características biológicas de los seres humanos desde su aparición en la tierra, las poblaciones pretéritas así como el hombre actual sus características físicas, su desarrollo y las adaptaciones a futuro.

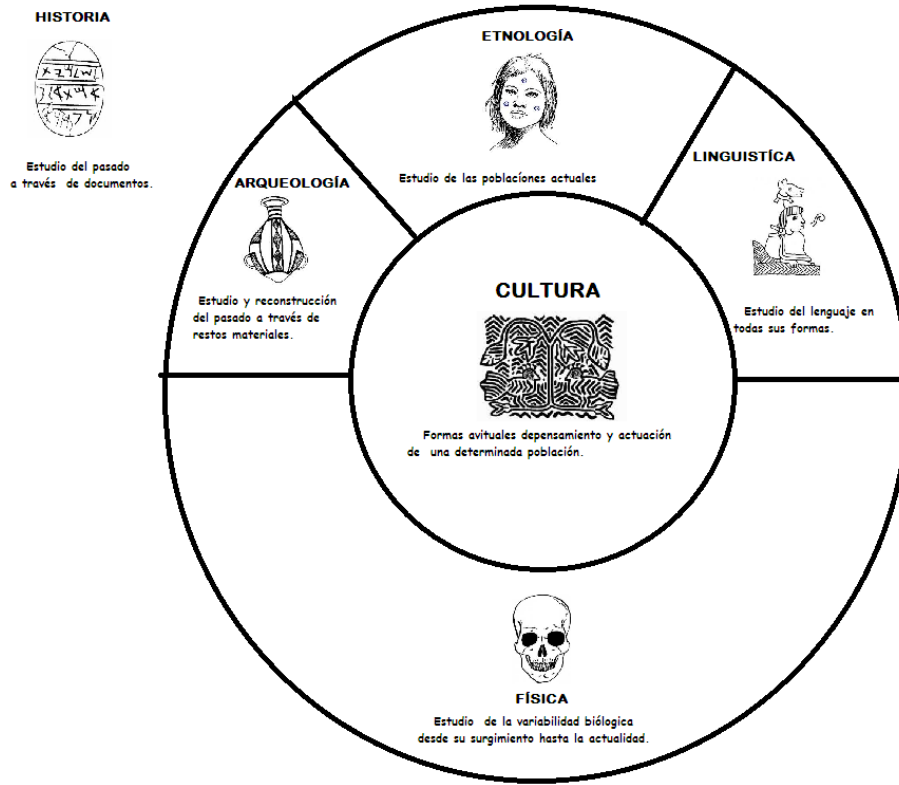
La antropología cultural<sup>6</sup> estudia las costumbres y la vida de las diferentes sociedades que puede ser un estudio descriptivo actual de la sociedad urbana contemporánea o bien un estudio histórico de estas costumbres y tradiciones.

La lingüística estudia el lenguaje desde un punto de vista tanto estructural como cultural, lo que le permite no solo describir los lenguajes actuales sino que puede hacer estudios históricos para saber desde cuando se separaron los lenguajes.

Por último la arqueología es el estudio de las civilizaciones pasadas a través del análisis de los restos materiales dejados por estas, obviamente la arqueología forense como nueva disciplina no se enfoca a civilizaciones pasadas si bien si parte del análisis e interpretación de restos materiales estos son modernos puesto que trata de esclarecer hechos recientes de implicación forense.

---

<sup>6</sup> En algunas ocasiones se utilizan términos como etnología, antropología social o etnohistoria para designar el estudio de la cultura.

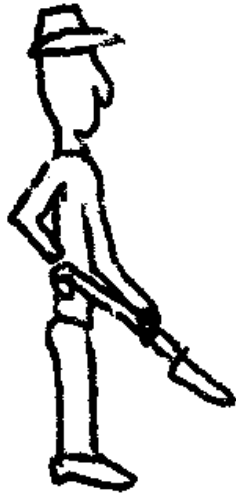


Clásicamente la antropología forense se ha dividido en tres grandes áreas, la antropología física forense que trata del estudio osteológico de cadáveres ya sea en estado de transformación o reducción esquelética con fines de identificación y por sus características si es posible la determinación de la causa de muerte.

La antropología cultural forense que estudia los patrones culturales frente a la muerte que incluyen las disposiciones funerarias y los tratamientos que se le dan al cadáver considerando que esto está muy relacionado con las ideas que se tengan de la vida después de la muerte y claro nos puede dar muchas pautas acerca de que pudo hacer un homicida con el cuerpo de su víctima o bien también nos pueden ayudar a deducir que tipo de gente le dio un tratamiento a un cuerpo.

Por ultimo la disciplina que nos ocupa en este texto que es la arqueología forense que tiene como objetivo recuperar y conservar restos humanos en las mejores condiciones y de manera metódica para que no se pierda material importante para la investigación criminal.

## RAMAS DE LA ANTPOLOGIA FORENSE



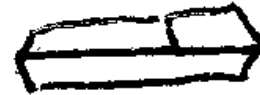
### ARQUEOLOGIA FORENSE

Utilizando las técnicas de excavación y registro de la arqueología clásica se aplican a casos legales.



### OSTEOLOGIA FORENSE

Estudio de los restos óseos con el fin de identificar a la persona.



### ANTROPOLOGIA CULTURAL

Estudio de las prácticas culturales dadas al cadáver así como el tratamiento que se le da.

Puede dar información criminológica del homicida.

Ya que definimos la arqueología forense tenemos que hablar brevemente de su ámbito de estudio<sup>7</sup> que comprende desde cuerpos encontrados en superficie los cuales el arqueólogo forense no necesita en si excavar pero si es importante su presencia para asegurarse de que se recojan los indicios adecuadamente y que no se deje material importante en la escena, lo cual pudiera a la postre repercutir en la imposibilidad de cerrar un caso.

El segundo contexto de la arqueología forense es la localización y excavación de enterramientos y fosas clandestinas que fueron muy populares en la época dictatorial en América Latina.

Por ultimo tenemos las exhumaciones que se producen cuando existe una controversia judicial o cuando existen dudas acerca de la identidad de la persona o sus causas de muerte, si bien se sigue un procedimiento muy similar a la excavación de fosas clandestinas es diferente puesto que se supone que ya está localizado el sitio de enterramiento y que se debe saber a qué profundidad se encuentran los restos.

---

<sup>7</sup> Sorg 2003:79

## AMBITO DE LA ARQUEOLOGÍA FORENSE



### CUERPOS EN SUPERFICIE

Localizados accidentalmente en diferentes fases de descomposición.

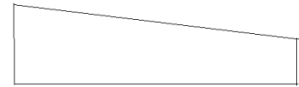
Es importante fijar todos los indicios y objetos asociados al cuerpo antes de recuperarlo.



### ENTIERROS CLANDESTINOS

Recuperados después de una excavación.

Se documenta todo el proceso para obtenerlos.



### EXHUMACIONES JUDICIALES

Después del entierro surgen dudas acerca de la identidad causa de muerte.

Se documenta la excavación como si fuera un entierro clandestino.

Antes de terminar esta introducción creo importante mencionar las etapas de la investigación en arqueología y en arqueología forense en particular.

## METODOLOGÍA EN ARQUEOLOGÍA



### Gabinete/ hallazgo

Planteamiento del proyecto o bien descubrimiento al hacer una excavación no con fines arqueológicos.



### Prospección

Determinación del tamaño y contenido del sitio a través de diferentes métodos, sin excavar.



### Excavación/registro

Parte central del proceso de investigación que se deben realizar simultáneamente.



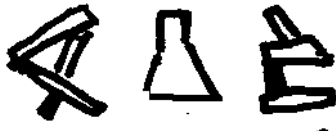
### Consolidación

Restauración y consolidación si están deteriorados o en riesgo de sufrir daño.



### Embalaje

Guardado cuidadoso del material extraído en embases adecuados y cerrados con etiquetas con la información necesaria para la identificación.



### Estudios de laboratorio

Estudio de los materiales por los diferentes laboratorios para determinar su composición, cronología y particularidades.



### Publicación

Recapitulación de los pasos anteriores por escrito que permite comunicar los resultados de todo el trabajo.



Primeramente esta la investigación de gabinete que consiste en la búsqueda de noticias acerca de la desaparición de las personas y las circunstancias en las que sucedió así como recabar información sobre el clima, el suelo y las condiciones en general de la región que vamos a trabajar<sup>8</sup>.

El segundo paso es el trabajo de campo que se divide en dos etapas que son: la prospección y la excavación en la primera utilizamos una serie de métodos físicos, químicos, geológicos etc. para determinar donde se pueden encontrar los restos mientras que en la segunda extraemos estos restos de manera sistemática.

Por ultimo tenemos el análisis de laboratorio que nos permite a través de diversas técnicas obtener información útil para la investigación policiaca como la identificación de la persona, el tiempo de muerte, lugar probable de la muerte.

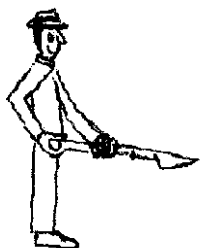
#### ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLOGICA FORENSE

##### GABINETE



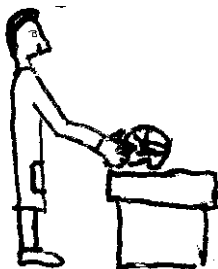
Inicio de la investigación en base a los informes de desaparición de personas y las declaraciones hechas por el criminal.  
Recopilación de datos acerca del terreno y búsqueda de mapas de la región.

##### CAMPO



Inicia con la prospección en el terreno.  
Incluye la excavación de las tumbas y la recuperación del material sensible significativo.  
Parte central del proceso arqueologico forense.

##### LABORATORIO



Análisis de los materiales recuperados.  
Correlación de las hipótesis elaboradas en campo.

---

<sup>8</sup> Martínez 2015:86

## **ETAPAS DEL TRABAJO ARQUEOLÓGICO**

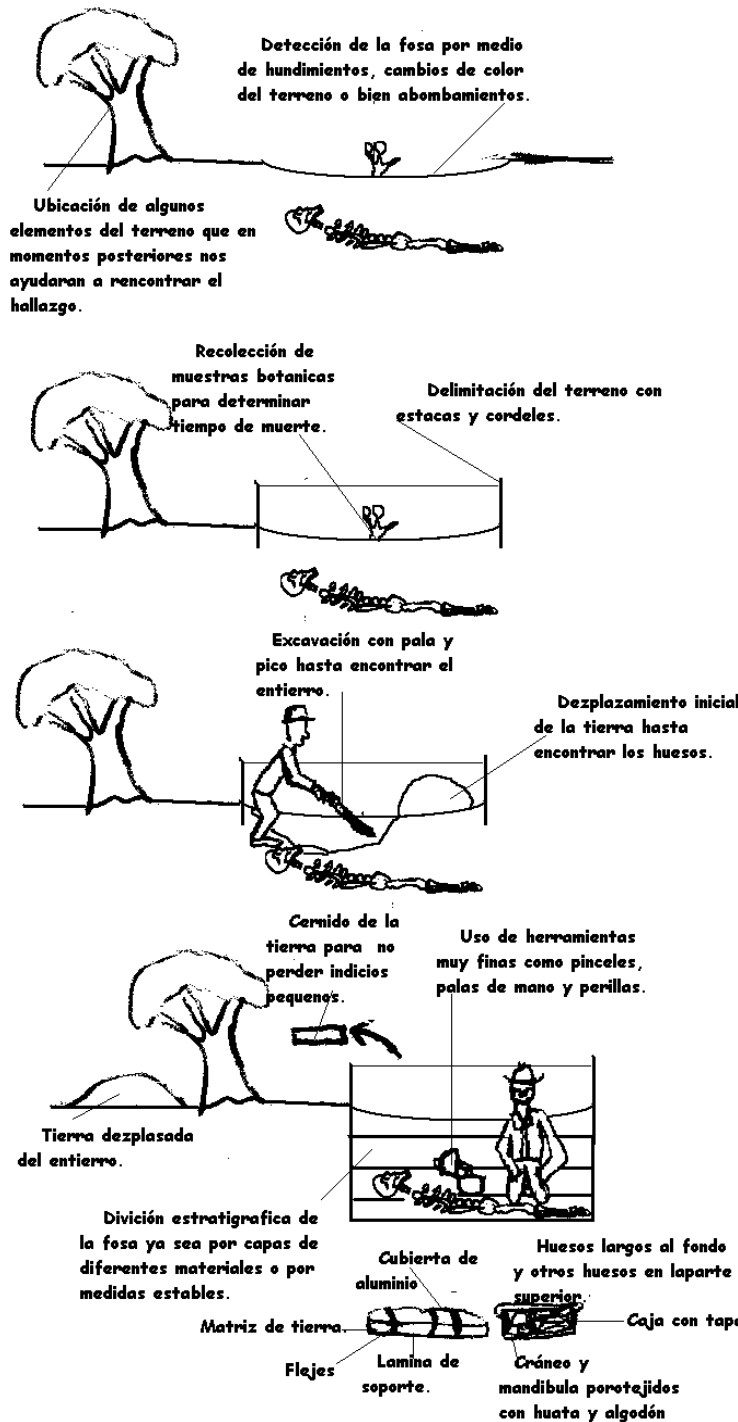
El trabajo arqueológico se divide en varias etapas que desarrollaremos a mayor profundidad en los diferentes capítulos de este texto, por el momento baste dar una breve descripción de las etapas de este en esta introducción.

Primeramente esta la prospección muy ligada a la investigación de gabinete en la cual después de leer y buscar información así como la consulta de fotografías aéreas, mapas y demás materiales se va al terreno en si para a través de diferentes métodos constatar la existencia de alteraciones en el terreno y delimitar la zona donde se localizan los restos.

La delimitación de la zona se realiza con cordeles y estacas lo que nos permite por un lado tener una visión exacta de la ubicación de los elementos y por otra parte evita el ingreso de personas ajenas a la investigación.

La etapa de excavación implica extraer la tierra para llegar a los hallazgos de interés lo cual lo podemos dividir en dos periodos la excavación superficial y la profunda en donde consecutivamente vamos obteniendo el material de estudio que debemos ir documentando convenientemente para no perder información al mismo tiempo después de extraerlo es necesario que se vaya embalando de manera que se garantice que el material obtenido llegue en las mejores condiciones a los diferentes laboratorios para su estudio.

# PROCESO DE EXCAVACIÓN ARQUEOLOGICA FORENSE



## PROSPECCIÓN

Determinación desde la superficie de las dimensiones del área a excavar.

Puede ser por medios físicos o químicos.

Puede usarse el pincho de catear para determinar la profundidad a la que se encuentra el entierro.

## DELIMITACIÓN

Acordonamiento del área a excavar para alejar a los curiosos y por otra parte para poder mantener como testigo y control el nivel al que se encuentra el entierro.

Es conveniente levantar un plano del área así como tomar fotos y muestras del terreno antes de la excavación.

## EXCAVACIÓN SUPERFICIAL

El inicio de la excavación puede ser con herramientas grandes como la pala y el pico hasta que se encuentran los huesos y a partir de este nivel se desplaza hacia los pies.

## EXCAVACIÓN PROFUNDA

Excavación con cuidado y con herramientas mas pequeñas como palas de mano cepillo, pinceles, brochas, perillas instrumentos odontológicos.

La tierra sobre el entierro se cierne para recuperar pequeños indicios como balas o restos oseos que por su tamaño es fácil que se pierdan.

Se utiliza como control las diferentes capas de terreno diferenciales por el color y textura o bien el control métrico colocando cordeles cada determinada distancia lo que se conoce como estratigrafía métrica.

Al retirar el esqueleto es importante excavar 4 o 5 centímetros de tierra para asegurarnos de haber llegado a tierra estéril.

## EMBALAJE

Existen dos formas de embalaje de los huesos si estos están frágiles lo más conveniente es excavar el alrededor del entierro y colocarle una base resistente por debajo para después cubrir con aluminio y sujetado por flejes para trasladarlo al laboratorio.

Si los restos están en buen estado se pueden trasladar en cajas especialmente diseñadas para dicho fin.

Generalmente el cráneo y la mandíbula se aíslan se protegen con huata y se pueden rellenar los orificios naturales con algodón.

Los huesos largos se depositan al fondo de la caja y las costillas vértebras y huesos de las manos y pies en bolsas separadas.

Si existen restos de tejidos o pelos adheridos al esqueleto se envían así al laboratorio para desperderlos aya.

Después de este breve recorrido para ubicar la arqueología dentro del contexto de las ciencias antropológicas y sus métodos de estudio tenemos que hablar también de algunos conceptos básicos como el de la estratigrafía y las transformaciones que sufre el cuerpo a su muerte para poder entender la arqueología forense.

## **ESTRATIGRAFIA**

La Estratigrafía es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas.

La tierra está en un constante movimiento en poco tiempo pueden acumularse materiales en un sitio específico o al contrario los fenómenos naturales pueden hacer que desaparezca una formación superficial y que su material constitutivo se disperse a veces a grandes distancias.

Esto es de gran interés para la arqueología puesto que al conocer las leyes de la transformación de la tierra puede explicarse porque está conformado el sitio como lo encontró y que pasó para que llegara a adquirir esa conformación.

La excavación estratigráfica es una cuestión clave dentro de la arqueología clásica aunque dentro de las ciencias forenses pierde un poco de valor puesto que muchas veces la deposición natural es alterada por el criminal al excavar una tumba para enterrar un cadáver sin embargo se necesita conocer los principios básicos de esta disciplina para entender los cambios mínimos

Además tenemos que recordar lo que menciona Sánchez <sup>9</sup> que el cuerpo en su proceso de descomposición está interactuando con la tierra cosa muy importante para el arqueólogo forense.

Carandini nos dice que todas las formas de movimiento de la tierra se pueden reducir a cuatro tipos que son: erosión y destrucción, movimiento transporte y deposición y acumulación de materiales<sup>10</sup> por lo que es necesario hablar un poco de estos procesos para comprender la estratigrafía en su conjunto.

Los fenómenos de destrucción y erosión son producidos por una serie de factores naturales como el viento, el agua y en otras ocasiones el mismo hombre es quien altera la deposición natural de capas en lo que se conoce como alteraciones antrópicas.

Domingo<sup>11</sup> nos dice que hay tres principios fundamentales en estratigrafía que son: el de asociación inversión e intrusión.

El principio de asociación supone que dos entierros más o menos ubicados en una misma capa geológica son de la misma temporalidad, esto ha sido muy útil para fechar de manera indirecta sitios arqueológicos aunque en la arqueología forense tiene muy poca aplicación.

---

<sup>9</sup> Sánchez 2009:51

<sup>10</sup> Carandini 2007:31

<sup>11</sup> Domingo 2007:170

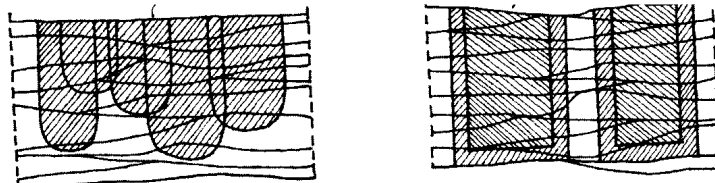
El principio de inversión supone que al excavar una fosa para después volverla a rellenar por la misma disposición de los montones de tierra la tierra más superior que será la primera en utilizar para rellenar la excavación y quedara más al fondo mientras que la tierra más en la base de los montones quedara más superficial. Esto es muy común en las tumbas clandestinas.

El principio de intrusión establece que se inserta un segmento dentro de un área que por definición es más reciente que los estratos naturales que lo rodean lo cual se da mucho en los enterramientos.

### PRINCIPIOS DE ESTRATIGRAFIA

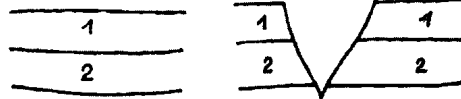
#### ASOCIACIÓN

Presupone que dos restos encontrados en un mismo estrato son contemporáneos.



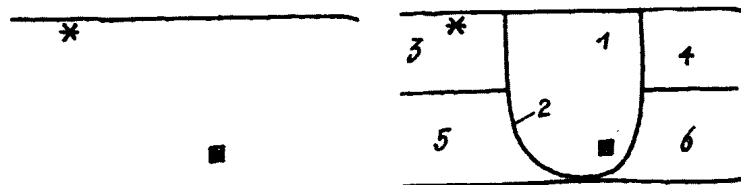
#### INVERSIÓN

Se da al excavar y rellenar posteriormente como se da en rellenos.



#### INTRUSIÓN

Inrumpe dentro de las capas naturales por una formación artificial como el enterramiento de tesoros.



Para Litvak<sup>12</sup> existen tres tipos de estratigrafía, la natural, la métrica y la cultural, la primera se refiere a las diferentes capas de sedimento, la métrica se refiere a tomar cierta unidad de excavación y la cultural a materiales asociados a una misma época, como el de suponer en las ciencias forenses nunca la vamos a utilizar.

El estudio de los estratos lo podemos hacer visualmente dividiéndolos por las diferencias tanto en color como en textura de las diferentes capas que lo conforman.

<sup>12</sup> Litvak 1986:79-80

Muchas veces se pueden observar diferencias muy drásticas que nos permiten fácilmente distinguir entre cada uno de ellos por lo que son muy fáciles de distinguir y podemos utilizar la estratigrafía natural para dividir las capas de nuestra excavación<sup>13</sup>.

En otras ocasiones las capas son de materiales muy similares o son demasiado gruesas para poder manejar una estratigrafía adecuada en la excavación motivo por el cual es mas conveniente dividir las capas de tierra de manera arbitraria por ejemplo cada 20 centímetros cada 10 cada 40 según la finura de resultados que necesitemos obtener.

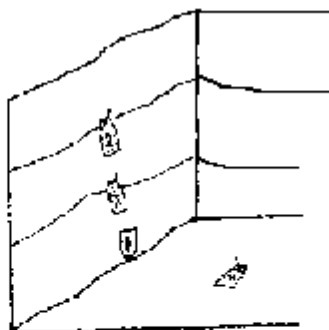
Este sistema se conoce como estratigrafía métrica, en algunas ocasiones es conveniente combinar ambos tipos de registro tanto métrico como por capas.

### TIPOS DE ESTRATIGRAFIA



#### ESTRATIGRAFIA NATURAL

En división debida a cambios naturales entre los diversos estratos. Se observa diferencia en color y textura de cada estrato.



#### ESTRATIGRAFIA MÉTRICA

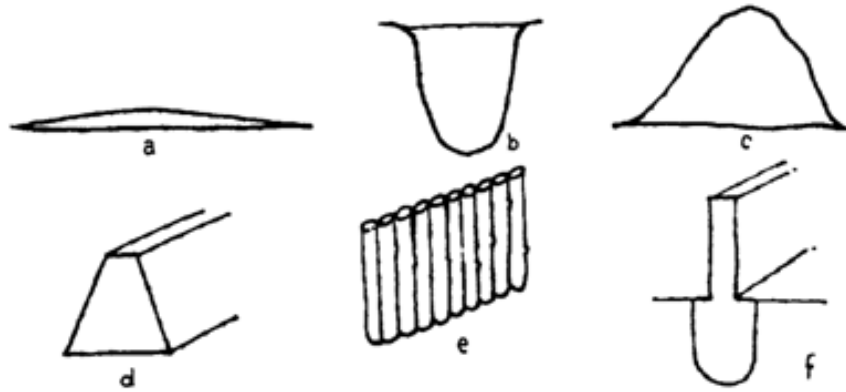
No se observan cambios de estratos o no existen los mismos en amplios sectores. Se dividen los estratos por un criterio métrico. Pueden marcarse con cordeles fijados en clavos y etiquetados para su identificación.

Si bien hasta el momento hemos hablado de lo que se llama estratigrafía horizontal o sea las deposiciones naturales de tierra para formar estratos horizontales es importante destacar que algunos factores producen también cambios en sentido vertical y justamente se conoce como estratigrafía vertical que está formada por varias estructuras como rellenos, terraplenas, empalizadas o muros que van a romper la deposición natural de materiales fragmentando las cuencas naturales y dividiéndolas.

Para el arqueólogo esto es muy interesante puesto que encontrara una formación diferenciada de ambos lados de la estructura vertical.

---

<sup>13</sup> Hole 1983:66



Tipos de estrato (unidades estratigráficas positivas): (a) horizontal; (b-f) verticales (rellenos unitarios de fosas, montones, terraplenes, empalizadas y muros).

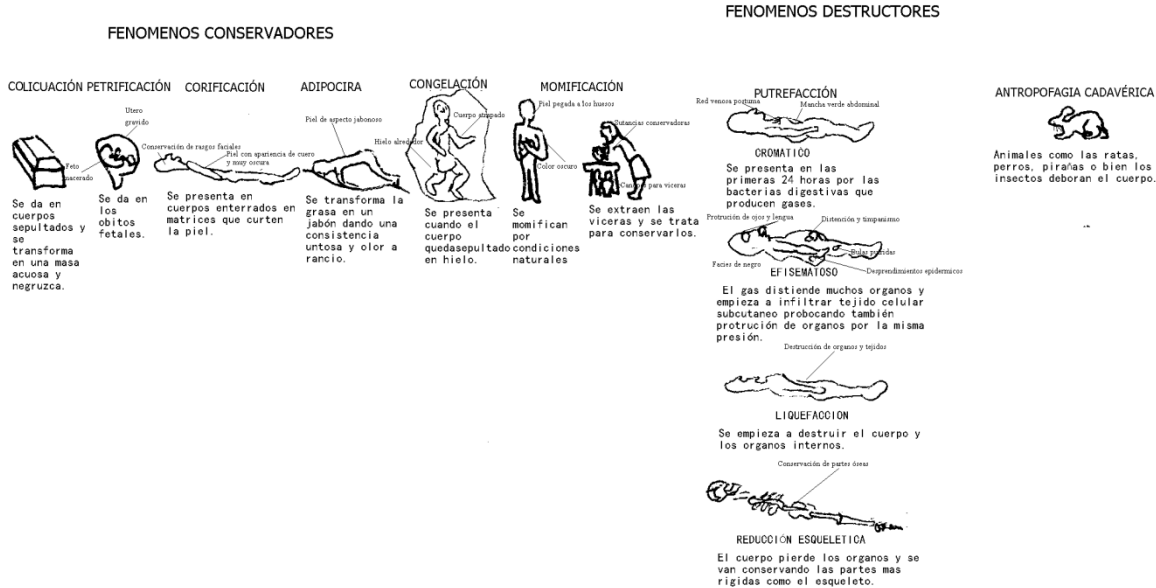
Tomado de Carandini 1997:75

## TRANSFORMACIÓN CADAVERICA

Al morir una persona sufre una serie de transformaciones biológicas como consecuencia de este hecho que dependiendo del medio en el que se encuentre y el tratamiento que se le haya dado llegará a un estado en el que puede permanecer varios años e incluso siglos.

Dependiendo de estas condiciones se puede encontrar el cuerpo en muy diversos estados lo que le permitirá al arqueólogo determinar en donde murió y hace aproximadamente cuánto tiempo sucedió el descenso.

## DISTINTAS EVOLUCIONES DEL CADÁVER



La putrefacción es el fenómeno más común sin embargo no se pueden descartar los demás fenómenos en el ámbito forense y no es raro que un cuerpo abandonado sea utilizado por animales silvestres además de la descomposición natural que sufra.

También es frecuente la adipocira en cadáveres ahogados o la momificación producida por la adición de algunas sustancias por el criminal que intenta cubrir o desaparecer el cuerpo y sin saberlo emprende acciones que tienden a preservarlo.

Volvamos al proceso más común que es la putrefacción que consiste en la descomposición del cuerpo por bacterias y que va a llevar a un cuerpo a la reducción a un esqueleto en un lapso de tiempo que puede variar entre 5 y 7 años.

Para su estudio podemos dividir la putrefacción en diferentes periodos que le van a ir dando al cuerpo características propias que el arqueólogo puede distinguir y el médico forense junto con el entomólogo pueden ayudar a dar una fecha de muerte más precisa<sup>14</sup>.

El primer periodo es el cromático que se inicia más o menos 24 horas después del fallecimiento como una mancha verde en la región de la fosa iliaca derecha<sup>15</sup> producida por la acción bacteriana que al no haber ya ningún mecanismo de control se empiezan a desarrollar las bacterias en dicha zona.

<sup>14</sup> Nuñez de Arco 2014:515

<sup>15</sup> Reimann 1987:52



En los recién nacidos la mancha no se encuentra en fosa iliaca sino en las fosas nasales puesto que en esta edad todavía no se desarrolla en su totalidad la flora y la fauna normal de estos individuos se ubica en esta región<sup>16</sup>.

La mancha verde pronto se extiende al abdomen pudiendo hacerse muy visibles las venas sobre todo porque hay oscurecimiento de las mismas dejando la red venosa póstuma que se puede observar en el cadáver<sup>17</sup>.

El siguiente periodo es el enfisematoso que se caracteriza por la formación de un gas sumamente inflamable que es el metano que al crearse en cavidades cerradas y tejidos laxos causa la distensión motivo por el cual se puede observar crecimiento del vientre, de los órganos genitales y la protrusión de la lengua así como de los globos oculares<sup>18</sup>.

También debajo de la piel empieza a filtrarse gas produciendo las famosas bulas enfisematosas que son bolsas de gas que no logra comunicar con el exterior<sup>19</sup>.

Esta acumulación de gases provoca que en los cuerpos sumergidos en el agua emerjan a la superficie motivo por el cual a veces después de varios días de búsqueda de una persona puede localizarse el cuerpo flotando en la superficie.

En el caso de mujeres embarazadas por la acción de los gases puede darse la expulsión posmortem del feto<sup>20</sup>, en el alumbramiento, obviamente al morir la madre el producto muere poco tiempo después y aunque se de esta expulsión ya no es viable.

El periodo colicuativo se caracteriza por el cese de producción de gases por agotamiento de sustratos lo que a la larga conlleva a la destrucción y arrancamiento de los tejidos y también implica la reducción del volumen del cuerpo que había crecido mucho con los gases.

Por ultimo tenemos el periodo de reducción esquelética en el cual se pierden todas las partes blandas y queda solo el esqueleto junto con los dientes que por su naturaleza de sales inorgánicas resisten la putrefacción y puede conservarse por millones de años siendo importante en este caso el tipo de suelo en el que se encuentra porque algunos suelos son extremadamente ácidos y pueden hacer muy frágil el esqueleto.

Dependiendo de si el cuerpo fue abandonado en la superficie o fue enterrado se pueden encontrar en dos disposiciones que podemos identificar fácilmente<sup>21</sup>. Por un lado los cuerpos abandonados en superficie obviamente los encontraremos si necesidad de excavar y presentan la característica de que al ir sufriendo la putrefacción al no haber estructuras que los contengan o que sustituyan se irán desplazando de esta manera es frecuente encontrar el cráneo girado al

---

<sup>16</sup> Vargas 2009:32

<sup>17</sup> Rodríguez 2002:73

<sup>18</sup> Alva 1989:19

<sup>19</sup> Reimann 1987:53

<sup>20</sup> Vargas 2009:34

<sup>21</sup> Isidro 2002:17 y Sánchez 2009:43-5

descomponerse el cuello que lo sostenía en posición fija, las costillas pueden encontrarse caídas y la pelvis abierta además de que los huesos de manos y pies tiende a caer a la superficie.

En el caso de cuerpos enterrados observamos una situación diferente porque el cuerpo esta contenido dentro de la tierra y al ir desapareciendo partes blandas empiezan a ser sustituidas por tierra que va penetrando en los espacios dejados por la misma de manera que va quedando fijado el esqueleto en su posición por la tierra que le sirve de sostén.

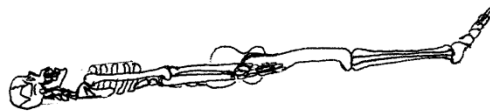
Como es obvio en estas situaciones se encuentra con sus relaciones anatómicas mejor conservadas que en un cuerpo abandonado en superficie.

### **DIFERENCIAS ENTRE UN ENTIERRO A CIELO ABIERTO Y EN TIERRA**



**A CIELO ABIERTO**

Rotación del cráneo, caída de las vértebras las costillas tienden a horizontalizarse, apertura de la pelvis disgregación huesos de la mano y el pie.



**EN TIERRA**

Tiende a conservarse mejor las relaciones anatómicas articulación de las costillas mas natural con pelvis y coxales unidos conservación mayor de las curvaturas de la columna vertebral.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS ENTIERROS**

Es importante hablar de los sistemas de enterramiento y su clasificación ya que esto nos permitirá utilizar una terminología adecuada para la descripción formal de nuestros hallazgos.

El artículo clásico del profesor Arturo Romano ha sido base para cientos de generaciones de antropólogos físicos y arqueólogos para describir el sistema de enterramientos aunque en la actualidad existen referencias más modernas que siguen utilizando la terminología del autor<sup>22</sup>.

Para describir un entierro tenemos que tomar en cuenta varios criterios, primeramente tenemos que hablar del número de individuos que puede ser individual uno solo o colectivo que contiene varios individuos en la misma fosa<sup>23</sup>.

Otro criterio muy importante para hablar de los entierros es si se trata de un entierro primario o secundario, en el caso primero estamos hablando de un entierro que fue encontrado como fue depositado en su tumba mientras que en el caso de un entierro secundario se trata de huesos o segmentos anatómicos que fueron sepultados y después de un tiempo extraídos y depositados en otra parte.

Generalmente en el primer caso se encuentra el esqueleto con todas sus relaciones anatómicas y no es observable ningún tipo de tratamiento mientras que en el segundo se

---

<sup>22</sup> Se puede comparar la terminología y las definiciones de Romano 1974 con las usadas por Rodríguez 1994 Sánchez 2009 y Morales 2010.

<sup>23</sup> Del Castillo 2011:85

encuentran sin relación anatómica y frecuentemente se encuentran varios individuos mezclados en osarios<sup>24</sup>.

En este punto es importante destacar que en muchas ocasiones en los cementerios para reutilizar las fosas son sacados los cuerpos entre 5 y 7 años después del entierro para preparar un nuevo servicio y los huesos que se encontraban en las tumbas son acumulados en una zona.

#### DIFERENCIAS ENTRE EL ENTIERRO PRIMARIO Y EL SECUDARIO



ENTIERRO PRIMARIO

Se conservan las relaciones anatómicas.  
No se observan tratamientos o cortes.  
Generalmente individual.



ENTIERRO SECUNDARIO

Huesos aislados y sin relaciones anatómicas.  
Puede observarse pintura o huellas de cortes y desmembramiento.  
Frecuentemente varios individuos.

Otro criterio importante es la integridad<sup>25</sup> puesto que en muchas ocasiones las prácticas culturales implicaban como dijimos en líneas anteriores que el cuerpo fuera mutilado y enterrada la cabeza en una parte mientras que el resto del cuerpo se acumulaba en otra parte diferente.

Por lo que creo importante mencionar otra división de los sistemas de enterramiento por un lado el de cuerpos completos que al ser depositado el cadáver integro en el momento de la excavación deben encontrarse todos los huesos aunque pueden faltar algunos por intervención de fauna nociva o se hayan perdido dentro del proceso de exploración, recuperación y traslado.

Cuando se enterraban partes mutiladas del cuerpo por ejemplo las cabezas obviamente conservarían sus relaciones anatómicas pero solo se encontraría el segmento óseo correspondiente como sería el cráneo con la mandíbula y las primeras vértebras cervicales motivo por el cual se pudiera hablar con el término que se utiliza en medicina forense que es el de segmentos corporales.

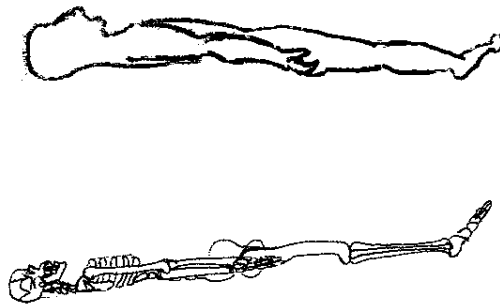
---

<sup>24</sup>Romano 1974:89

<sup>25</sup> Idea surgida en la plática con mis amigos Dr. Alejandro Terrazas Mata y Martha Elene Benavente Sanvicente

## CLASIFICACIÓN DE LOS ENTIERROS POR LA INTEGRIDAD

### ENTIERRO COMPLETO

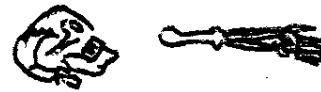


Se deposita el cuerpo completo motivo por el cual debe de encontrarse todo el esqueleto en la excavación, aunque pueden perderse algunos segmentos por factores tafonomicos o errores durante la excavación y transporte.

### SEGMENTO OSEO



DURANTE EL ENTIERRO



EN LA EXCAVACIÓN

Se depositaron de inicio segmentos corporales producto del desmembramiento motivo por el cual aparecen bien conservadas las relaciones anatómicas de los segmentos óseos pero no aparece todo el esqueleto.

Esto nos permite diferenciar también entre entierro primario y secundario puesto que como dijimos en líneas anteriores un entierro primario conserva sus relaciones anatómicas que cuando se trata de un segmento corporal se cumple aunque solo se encuentre una cabeza o un brazo o una pierna.

El cuarto criterio es si se trata de un enteramiento directo o indirecto dependiendo de si está depositado directamente en la tierra o bien está depositado en una estructura especial como una tumba o fosa.

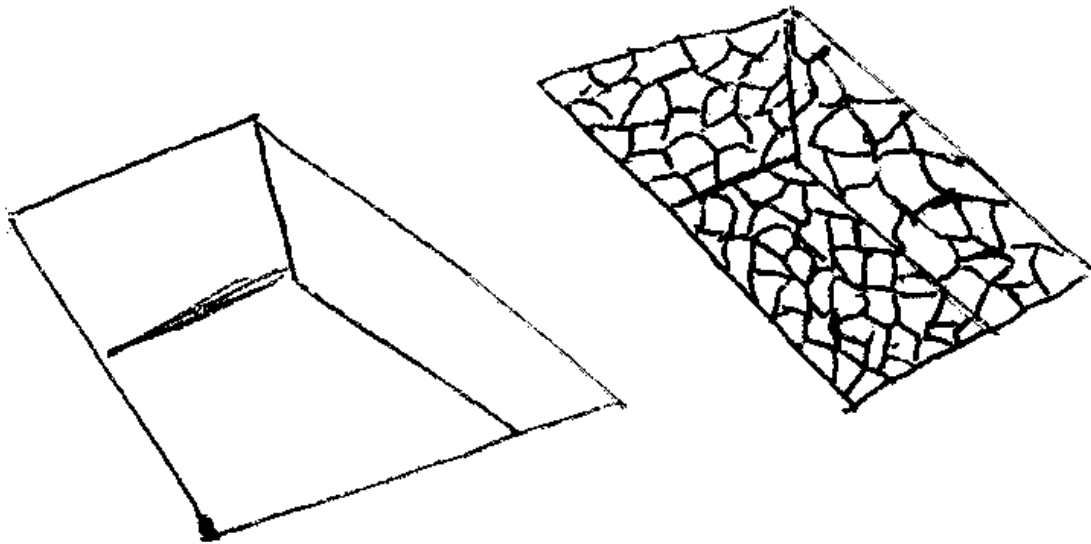
Por lo cual es muy importante ampliar la excavación lo suficiente para verificar si no existen paredes o alguna otra estructura adyacente que haga pensar el que se tomo el trabajo de preparar una estructura específica para depositar el cuerpo, lo cual muy difícilmente corresponde a un entierro ilícito.

En el primer caso puede tratarse de un entierro clandestino en donde al criminal lo que le interesa es ocultar el cuerpo lo mas pronto posible y obviamente no le interesa darle ningún tratamiento adicional que le distraiga tiempo, mientras que en el segundo caso su hubo una atención especial que puede tratarse de un entierro antiguo o bien que se le dio sepultura con cierta calma en el caso de un sepelio<sup>26</sup>.

Para el arqueólogo tiene importancia práctica puesto que la fosa es de difícil localización mientras que la mayoría de las tumbas contienen modificaciones intencionales para recordar el sitio exacto donde fue hecho el entierro y solo se tiene que verificar que es la tumba que se está buscando.

<sup>26</sup> Estos casos son interesantes para el arqueólogo que participa en una exhumación .

## DIFERENCIAS ENTRE FOSA Y TUMBA



**FOSA**

**Excavación simple en el terreno donde se deposita el cuerpo directamente.**

**TUMBA**

**Construcción hecha de diversos materiales para depositar el cadáver.**

Por la posición del cuerpo podemos hablar de decúbito cuando la posición del cuerpo recuerda a una persona acostada ya sea sobre la espalda, el vientre o bien de alguno de los lados.

Dentro de esta variedad puede hablarse de extendido y flexionado cuando tiene sus extremidades aproximadas al centro del cuerpo<sup>27</sup>.

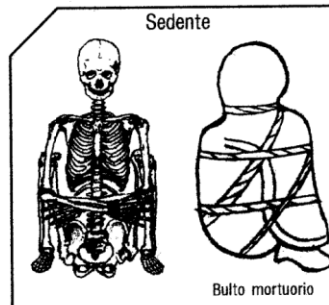
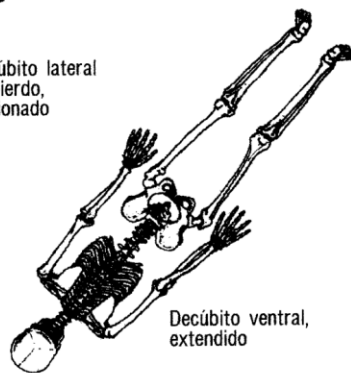
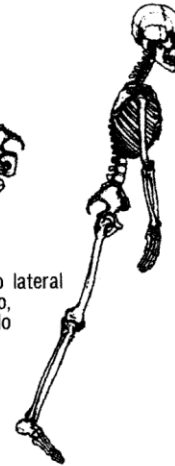
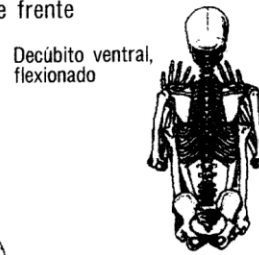
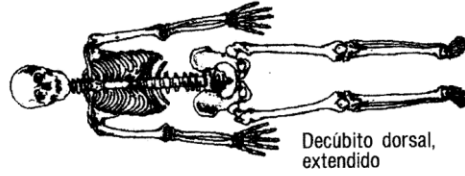
Por ultimo tenemos el sedente que se caracteriza por mantener una posición como si estuviera sentado, esta posición más bien corresponde a entierros de poblaciones antiguas sin embargo también es importante que la conozca el arqueólogo.

---

<sup>27</sup> Romano 1974:110

# POSICIONES BASICAS DE ENTERRAMIENTO

Todas vistas desde arriba, como en la exploración de un sitio de entierro salvo la sedente, que está vista de frente



Por ultimo tenemos los entierros sincrónicos y diacrónicos hablando de los primeros cuando fueron hechos en la misma época y de los segundos cuando se realizaron en diferentes momentos.

Cuando se trata de un entierro sincrónico podemos pensar en dos tipos de contextos, por un lado el resultado de una epidemia que por la cantidad de muertos eran depositados en grupos mas o menos cercanos<sup>28</sup> en estos casos muchas veces se encuentran cubiertos de cal lo que ayudaba a protegerse de las infecciones producidas por los cadáveres. El segundo contexto en el que se pueden encontrar son fosas clandestinas donde son depositados varios ejecutados al mismo tiempo, como es obvio en estos casos no se encuentran huellas de cal y muy frecuentemente se encuentran disparos de armas de fuego y el proyectil alojado en la bóveda craneana.

Domingo nos da una nota cultural acerca de la forma de enterrar a los muertos en cada religión lo cual es muy importante para nosotros puesto que al encontrar un entierro podemos hacer inferencias de las creencias de quien trato el cuerpo o de la persona en vida.

Los cristianos entierran a sus muertos en ataúd y con las manos cruzadas sobre el pecho hace tiempo había la tendencia a ponerles entre las manos un rosario del cual es frecuente encontrar restos en esqueletos antiguos. Otro rasgo antiguo que se ha perdido en la actualidad orientación de oeste a este.

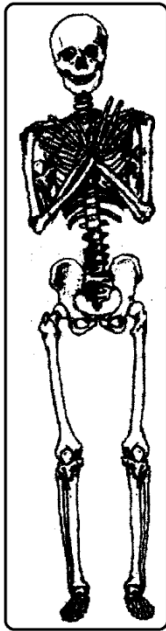
Los judíos suelen enterrar a sus muertos sin ataúd en decúbito dorsal, lo que pudiera a veces confundirnos con un entierro clandestino.

Por ultimo los musulmanes suelen enterrar a sus muertos sin ataúd en decúbito lateral izquierdo orientados hacia la Meca.

---

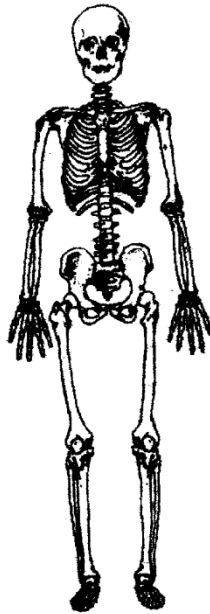
<sup>28</sup> Del Castillo 2011:89

## FORMA DE ENTERRAR EN LAS TRES PRINCIPALES RELIGIONES



### CATÓLICO

En ataúd con los brazos cruzados sobre el pecho.  
Era común la colocación de un rosario entre las manos.  
Orientado de oriente a occidente.



### JUDÍO

Directamente en la tierra sin ataúd.  
Cuerpo extendido.



### MUSULMÁN

Directamente en la tierra.  
En decubito lateral  
Orientado hacia la Meca.

## TAFONOMIA FORENSE

La tafonomía es el estudio de los procesos postmortem que afectan que afectan la preservación observación y recuperación de los organismos muertos, la reconstrucción de su biología y de las circunstancias de muerte<sup>29</sup>.

Si bien ya hablamos de los procesos que sufre el cuerpo y del entierro el ámbito de acción de la arqueología forense no se limita a los enterramientos sino que también abarca cadáveres dejados al intemperie que implica menos trabajo que enterrar un cuerpo<sup>30</sup>.

El arqueólogo debe de estar entrenado en reconocer los cambios que se presentan en el cadáver puesto que esto le permitirá no solo recolectar el cuerpo de manera ordenada y sin perder los indicios importantes sino también el poder buscar algunos indicios que ya fueron dispersados o transformados por el medio ambiente.

<sup>29</sup> Rodríguez 2002:147

<sup>30</sup> Erzincioğlu:2012:65



Primeramente podemos hablar de un crecimiento asimétrico de los árboles y plantas presentado por la mayor absorción de nutrientes que tienen las raíces del lado más cercano al cuerpo aprovechando la descomposición del mismo.

Además algunos animales pueden aprovechar el cuerpo por ejemplo es común que algunos pájaros se lleven pelos que se han desprendido del cadáver para hacer sus nidos motivo por el cual el arqueólogo esta obligado a revisar los arboles cercanos al sitio del hallazgo para buscar estos elementos en los nidos<sup>31</sup>.

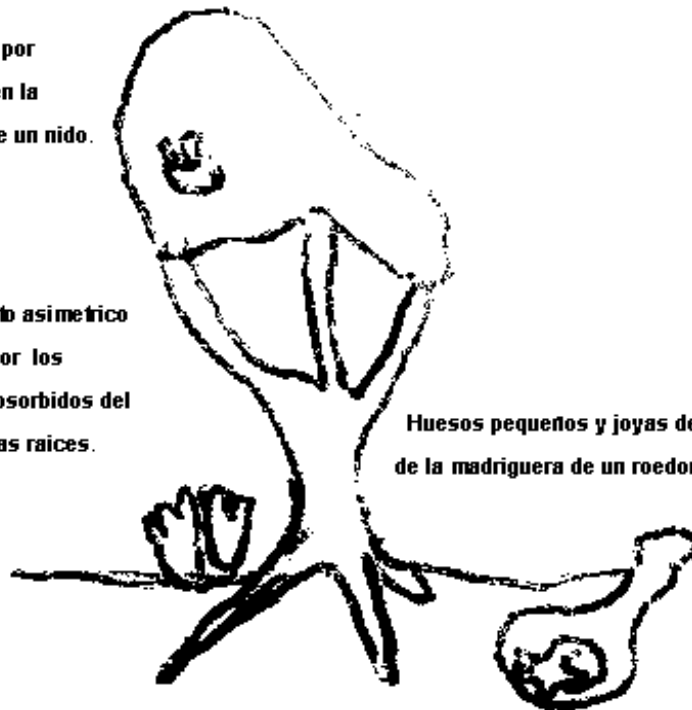
Otro tipo de alteración que se produce es que algunos roedores se llevan partes del cadáver a sus madrigueras motivo por el cual el arqueólogo esta obligado a revisar dichas guaridas en busca de indicios.

### **INVESTIGACIÓN DE UN CUERPO EN UN MEDIO AMBIENTE BOSCOZO**

**Cabellos  
desprendidos por  
putrefacción en la  
construcción de un nido.**

**Crecimiento asimétrico  
favorecido por los  
nutrientes absorbidos del  
cuerpo por las raíces.**

**Huesos pequeños y joyas dentro  
de la madriguera de un roedor.**



---

<sup>31</sup> Reverte s/f 11

Otro tipo de alteración producidas por los animales puede confundir a los investigadores por que pueden dejar señales que pueden aparentar tratamiento humano cuando en realidad fueron producidas por animales.

Uno de los elementos más comunes son los perros que tienden a dispersar segmentos cadavéricos y enterrar los huesos asiendo suponer un desmembramiento criminal<sup>32</sup>.

Las moscas dejan huevos en los orificios naturales que al desarrollarse irán labrando los tejidos circundantes antes de abandonar el cuerpo dejando trayectos que se pueden confundir con trayectos de heridas.

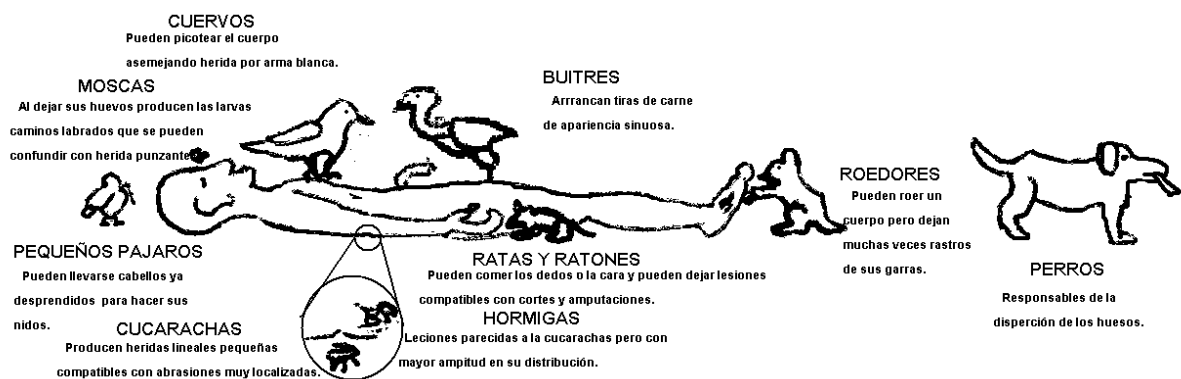
Las hormigas y cucarachas suelen dejar pequeñas lesiones muy parecidas a las que dejan las excoriaciones y raspones<sup>33</sup>.

Los roedores suelen roer los huesos pequeños y el cráneo al ser atraídos por la putrefacción y pueden utilizar este ultimo para hacer su madriguera, en este caso es importante buscar la marca de los incisivos y de las garras que estos animales suelen dejar en los cadáveres<sup>34</sup>.

Las aves de rapiña suelen dejar incisiones en forma de "V" en los cuerpos que pueden asemejar mucho heridas sobre todo por los arrancamientos de tiras de carne que hacen para alimentarse.

Los cuervos pueden picotear el cadáver dejando heridas profundas muy parecidas a las producidas por un arma blanca.

#### ANTROPOFAGIA CADAVÉRICA Y LAS POSIBLES CONFUSIONES QUE SUCITA EN EL DIAGNOSTICO DE LA MUERTE



<sup>32</sup> Reverte s/f 12

<sup>33</sup> Rodríguez 2002:90

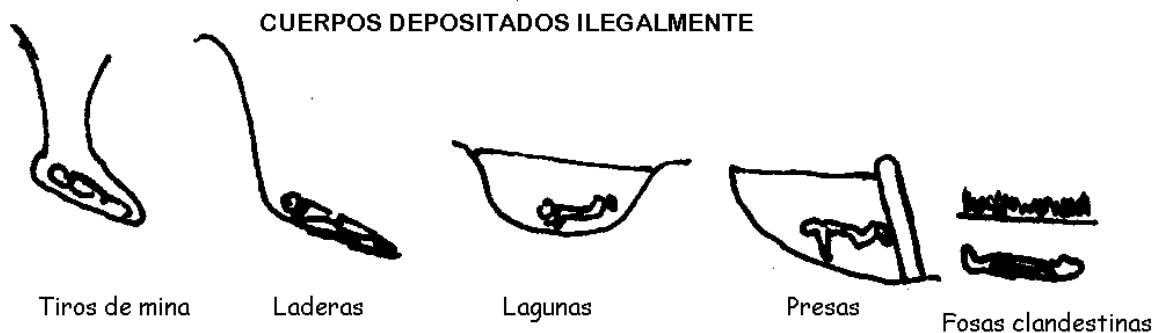
<sup>34</sup> Lozano 2007:146

## RESTOS EN SUPERFICIE

### INTRODUCCION

En algunas ocasiones se encuentra un cadáver en estado de descomposición abandonado en un terreno<sup>35</sup>. En estas ocasiones si bien no se va a excavar si es necesaria la presencia del arqueólogo forense para que aplicando sus técnicas y conocimientos busque y colecte los indicios presentes en el lugar de una manera adecuada.

Para Martínez<sup>36</sup> los cuerpos se pueden encontrar en diferentes situaciones como son en tiros de minas, en acantilados, en cuerpos lacustres ya sea en lagunas o bien en represas o en fosas clandestinas, como es lógico estos cadáveres depositados en sitios ilegales pueden tener implicaciones forenses motivo por el cual en todas estas situaciones debe intervenir el arqueólogo forense para recuperar los cuerpos y todos los indicios asociados cosa fundamental para una investigación de los hechos.



En si el arqueólogo no necesita hacer un proceso arqueológico complicado puesto que no necesita aplicar toda su metodología de detección y excavación pero si necesita aplicar sus conocimientos para recolectar el material en algo muy parecido a lo que en arqueología clásica se llama recorridos de superficie.

En este capítulo quiero presentar un modelo de procedimiento de actuación para la recuperación y embalaje de restos cadavéricos en superficie puesto que es una operación sumamente importante y en los demás capítulos ya hablaremos en si de los procesos más clásicos de la arqueología como es la detección y delimitación de la superficie a excavar en la prospección o la excavación en si.

---

<sup>35</sup> Nuñez de Arco 2014:597

<sup>36</sup> Martínez 2015:27

## ETIOLOGÍA DE LA MUERTE EN CUERPOS EN SUPERFICIE

Se pueden presentar contextos muy diferentes en casos de cuerpos en superficie motivo por el cual es importante que el arqueólogo forense debe tener en cuenta al recolectar los cuerpos y los indicios aledaños.

En el caso de accidentes de tránsito es común que un vehículo despiste y queden los cuerpos contenidos en él y este termine en el fondo de un barranco, como es lógico es importante recuperar este para averiguar las condiciones mecánicas así como los cuerpos para descartar el consumo de sustancias ilícitas aunque claro está en la etiología accidental es difícil determinar culpables.

En casos de suicidio es importante recordar lo que menciona Núñez de Arcos<sup>37</sup> que muchas veces el potencial suicida se aparta para dificultar su posible rescate motivo por el cual aparecerán cuerpos en superficie con todos los objetos asociados bien ordenados y la ropa correctamente abotonada, pueden encontrarse envases de medicamento así como botellas de pet para pasarse los mismos en casos de que hayan decidido quitarse la vida con una sobredosis cosa bastante frecuente.

Por ultimo en el caso de homicidio pueden presentarse dos situaciones una que la persona haya sido asesinada en dicho lugar motivo por el cual se encontraran indicios en el lugar que el arqueólogo debe recuperar para poder vincularlos con un posible criminal.

En caso de cadáveres depositados será más difícil encontrar indicios asociados pero de todas maneras se debe de revisar el área con el fin de asegurarnos de que no existan indicios útiles a la investigación.



---

<sup>37</sup> Núñez de Arcos 2014:207

## DESCRIPCIÓN DEL LUGAR

Es importante una descripción lo más completa del lugar del hallazgo pues esto ayudara a los laboratorios a comprender una serie de fenómenos que quedan registrados en los restos humanos que van a ser entregados para estudio.

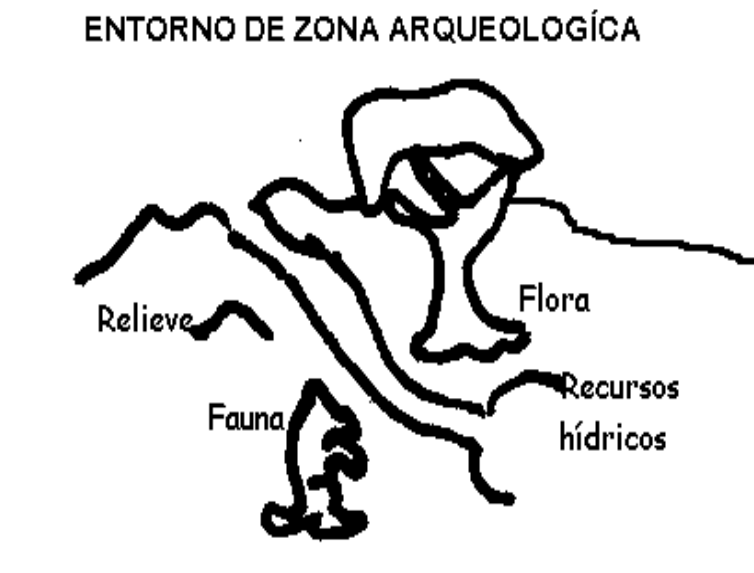
Para describir un yacimiento tenemos que tomar en cuenta varios elementos como son el clima, la vegetación, la flora, la fauna y el relieve orográfico<sup>38</sup>.

El clima es un factor clave en la conservación de los cuerpos puesto que puede favorecer la momificación o la conservación en frio mientras que en zonas tropicales puede favorecerse la descomposición.

La fauna suele utilizar los cuerpos para alimentarse de ellos o bien para utilizarlos como material de construcción o bien en forma de madrigueras por lo cual es importante describir las especies de flora y fauna y buscar en los lugares cercanos algunos elementos desplazados por fauna nociva y que pudieran crear confusión al revisar los restos en el laboratorio.

El relieve geográfico nos puede hablar de una zona en donde existen estructuras subterráneas como tumbas y puede también ayudar a ocultar un cuerpo puesto que si existen cavernas subterráneas se vuelven el lugar ideal para tirar un cuerpo esperando que no sea encontrado en mucho tiempo.

Los cuerpos lacustres también ofrecen dos posibilidades por un lado los cuerpos cerrados como las lagunas conservan el cuerpo en las mismas por lo cual si tenemos la confesión del criminal de que tiro el cuerpo en dicho lugar tendrá que aparecer a menos que haya sido extraído por otra persona cosa sumamente infrecuente.

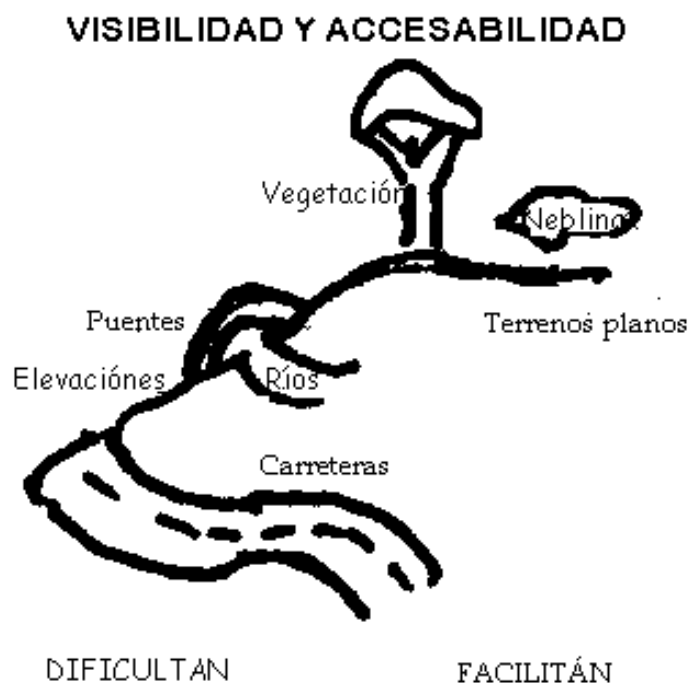


<sup>38</sup> Martínez 2015:86

Fernández<sup>39</sup> al referirse a la descripción de una zona arqueológica nos dice que existen dos elementos fundamentales por un lado la visibilidad y por otro la accesibilidad y claro está en ambos existen algunos factores que las favorecen y otros que las dificultan.

Dentro de los factores que favorecen la visibilidad tenemos los terrenos planos sin mucha vegetación mientras que los bancos de niebla la dificultan.

En cuanto a la accesibilidad la existencia de carreteras, puentes sobre los ríos y los terrenos planos la favorecen mientras que una orografía muy caprichosa y las pendientes dificultan la misma.



## BUSQUEDA

Lo primero que tenemos que hacer es localizarlos muchas veces este no es el problema porque son descubiertos de manera accidental por alguien que camina por la zona y encuentra un cuerpo abandonado. Sin embargo en ocasiones existen reportes de que una persona desapareció en una zona o bien un homicida confiesa que tiro el cuerpo en tal lugar y la labor del arqueólogo forense es buscar y encontrar dichos restos.

---

<sup>39</sup> Fernández 2000:59-60

Una vez localizado el cuerpo se debe de fijar el contexto en el cual es hallado por descripción escrita, toma de fotografías desde diferentes ángulos y por dibujos o esquemas que representen la relación que guardan los diferentes elementos entre sí.

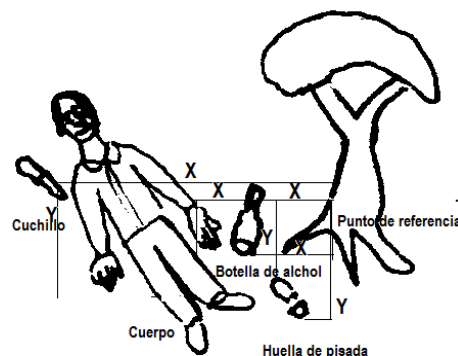
Se debe de proceder a revisar la zona en espiral o por franjas<sup>40</sup> para no perder ningún indicio, algunas veces por la misma descomposición del cuerpo o por el ataque de la fauna local los restos pueden ser dispersados y encontrarse en un radio amplio<sup>41</sup>.

Por lo cual se está obligado a acordonar el área para buscar con paciencia indicios teniendo en cuenta un área mucho mayor de lo que vemos puesto que recordemos que los restos pueden estar dispersos en el terreno y pueden quedar indicios en el terreno si no se buscan adecuadamente.

Posteriormente se debe de ubicar cada uno de los indicios para lo cual existen dos métodos principales el de las coordenadas cartesianas que consiste en definir un punto fijo como punto de referencia para toda nuestra ubicación obviamente este punto debe tener características de ser un punto fijo y reconocible al paso del tiempo por lo cual debemos de preferir el kilometro de una carretera, la esquina de una casa, aunque en ocasiones no existan estos elementos motivo por el que a veces tenemos que recurrir a un elemento natural del terreno lo cual es menos preciso.

Ubicando nuestro punto fijo ya podemos empezar a sacar distancias de los diferentes indicios hacia el puesto que todo indicio se encuentra a una distancia representable en el eje de las abscisas y en el de las ordenadas<sup>42</sup> podemos medir fácilmente con una cinta métrica ambas distancias.

#### USO DE COORDENADAS CARTESIANAS PARA UBICAR INDICIOS

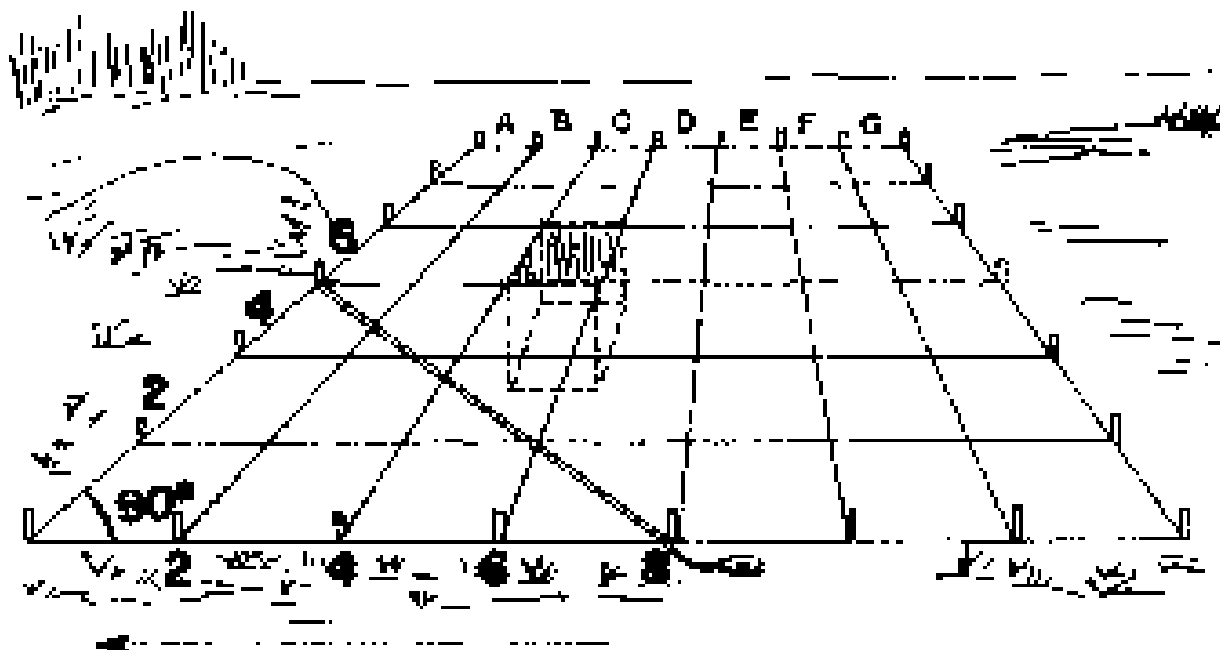


<sup>40</sup> La técnica de espiral consiste en buscar indicios desde fuera en círculos concéntricos hasta llegar al cuerpo en si mientras que la de franjas consiste en grupos de personas que caminan en línea recta las analizaremos con mas cuidado en el capítulo de prospección.

<sup>41</sup> Recordar lo que se dijo en términos definitorios acerca de la acción de pájaros y roedores para la búsqueda de indicios en el lugar del hallazgo.

<sup>42</sup> Definidas como X y Y

La otra técnica es trazar una cuadrícula en el área de estudio clavando estacas en el perímetro a una distancia fija conveniente las cuales uniremos posteriormente con cordel de manera que tengamos nuestra zona de estudio dividida en cuadros los cuales podemos nombrar por una combinación de letras y números teniendo de esta forma una ubicación muy precisa de todo el material<sup>43</sup>.

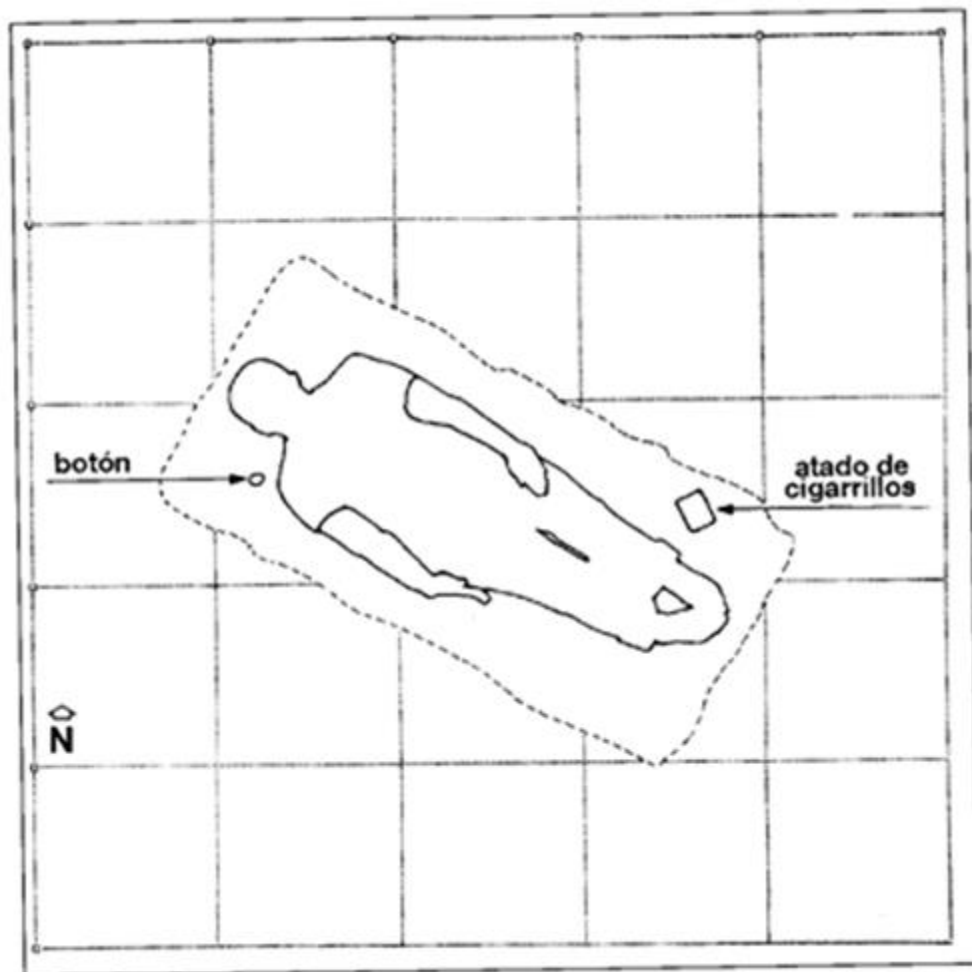


Con este tipo de cuadrícula podemos ubicar cada indicio en un cuadro o bien podemos ubicar en varios cuadros cuando abarca más de uno pudiendo por ejemplo decir la cabeza se ubica en un cuadro, el tórax y el abdomen en otro y los pies.

De esta forma se pueden ubicar rápidamente todos los indicios.

<sup>43</sup>Ubelaker 2007:33





### Tomado de Guzmán 2003:81

Después de ubicar y fijar cada indicio podemos empezar a levantarlos para su embalaje posterior.

En esta etapa es importante recordar que si el cuerpo tiene pocos días muchas veces los indicios pueden tener impresiones digitales o pueden contener algunos envases restos del líquido que contenía por lo cual deben manejarse con las mismas técnicas de criminalística para evitar la sobreposición de huellas digitales o bien la pérdida de evidencias.

Por tal motivo en este momento deben manejarse todo con guantes y tapabocas si es posible se debe de usar escafandra para no contaminar nuestros indicios.

Y se debe de coleccionar y embalar de manera similar a la escena del crimen todo recipiente debe tomarse poniendo una mano en la parte superior y otra en la inferior teniendo cuidado de que el líquido que contenga en el fondo no se derrame para posteriormente poner en la boca y en la base del mismo soportes no absorbentes y amarrar todo el conjunto para enviar al laboratorio.

Las armas blancas se toman con los índices tanto en el mango como en la punta del arma para ponerlas en cajas de cartón y asegurarlas a la misma con flejes evitando de esta manera que se vayan jugando en el traslado y se pierdan huellas importantes.

Los restos de polvos se deben recoger con una cucharilla o bien con la ayuda de una tarjeta rígida se deben impulsar hacia un sobre el cual se debe sellar externamente obviamente no es conveniente sellarlo con saliva como se hace regularmente con las cartas.

Los documentos son recogidos por una de sus orillas con una pinza sin dientes es conveniente para elegir la esquina tener en cuenta que sea donde menos escritura exista o bien en la que sea mas difícil encontrar huellas digitales y se envían al laboratorio en bolsas de plástico o en sobres grandes teniendo en cuenta que si el documento esta húmedo la bolsa de plástico puede favorecer el desarrollo de hongos lo que deterioraría el indicio en si.

Por ultimo las fibras y pelos se deben de coleccionar con pinzas sin dientes y depositarlos en cajas de Petri o en tubos de ensayo en seco.

#### FORMAS DE COLECCION Y EMBALADO DE INDICIOS



Por ultimo tenemos que hablar del indicio mas importante que es el mismo cadáver que Galera recomienda si todavía tiene partes blandas trasladarlo al anfiteatro en una bolsa especial para cuerpos si no se dispone de la misma una sábana blanca. Ambas nos servirán para observar pequeños indicios que no observamos en el momento del levantamiento pero que se desprenden al trasladar el cuerpo y pueden ser importantes para la investigación futura.

Si todavía tiene uñas en buen estado en las manos es conveniente antes de trasladarlo embolsar las mismas con bolsas de papel de esta manera podemos preservar indicios muy pequeños que la víctima al defenderse de su agresor por el principio de intercambio le arranco a su agresor y pueden ser identificados en el laboratorio.

En cuanto a ropa es conveniente trasladarlo vestido y ya dentro del proceso de necropsia se ira revisando y cortando la misma para retirarla.

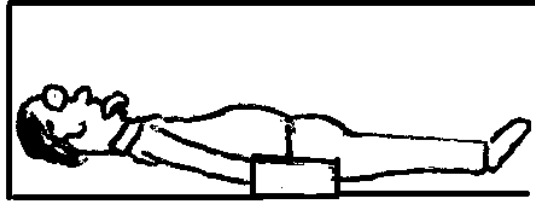
En el caso de que ya este en periodo colicuvativo obviamente ya va a ser muy difícil poder trasladar el cadáver entero pero en ese caso se debe de coleccionar la ropa o los restos de la misma en bolsas de papel , si están húmedas dejándolas secar al aire libre y a la sombra de manera que la humedad no deteriore a las mismas.

Es conveniente proteger las zonas con manchas con una hoja de papel para evitar que esta se lastime o pierda su estructura por dobleces.

Los zapatos son un elemento sumamente importante puesto que al caminar recogemos partículas del terreno que pisamos y queda adherido a la suela motivo por el cual podemos investigar donde estuvo el sujeto antes de morir al analizar el lodo que tengan los mismos.

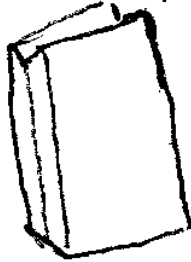
Para que no se pierda el lodo adherido a los mismos es conveniente embalar los zapatos en cajas de cartón.

## PREPARACION DE UN CUERPO PARA TRASLADO A LA MORGUE



Bolsas para cubrir las  
manos y preservar  
indicios adheridos a  
ellas.

Hoja para proteger el área de lesión



Bolsa de papel para embalar la  
ropa, si esta húmeda o contiene  
sangre o secreciones dejar  
secar al aire libre antes de  
embalar.

Sabana blanca para detectar elementos  
traza en la misma que se pudieron  
desprender en el traslado.



Caja de cartón para envolver los zapatos teniendo  
cuidado de no destruir muestras de suelo y otros  
elementos traza adheridos a ellos.

A parte de esto es conveniente recoger insectos del lugar los cuales se colectan con redes y mallas especiales para estudio entomológico, por otra parte es común que estos estén atacando al cadáver los cuales se describirá la técnica de colección en el capítulo de excavación.

# PROSPECCIÓN

## INTRODUCCIÓN

El proceso arqueológico es una serie ordenada de pasos que nos permiten desde la planeación de la investigación hasta la obtención de resultados validos a partir de lo que hayamos estudiado, el primer paso dentro de este proceso es la prospección que consiste en el estudio preliminar del terreno por medios físicos, químicos, matemáticos o de otro tipo determinar el tamaño y las características del área a excavar antes de realizar esta operación.

De hecho muchos investigadores piensan que nunca se debe excavar puesto que al excavar estamos destruyendo de manera definitiva e inevitable el contexto que se había conformado de manera que nunca podremos reconstruirlo a su forma original.

Si bien es una advertencia importante y es útil tenerlo en cuenta la realidad es que no se pueden recuperar evidencias materiales importantes si no se excava para extraerlas de la tierra y poderlas analizar en el laboratorio. Por eso es importante realizar una buena prospección que nos permita obtener la mayor información posible antes de excavar, lo que además nos va dar la ventaja de planificas como vamos a excavar de manera más provechosa.

En este capítulo solo mencionare las técnicas de prospección más adecuadas para la arqueología forense puesto que existen muchas técnicas muy útiles para la detección de grandes yacimientos arqueológicos sin embargo un contexto forense por su misma naturaleza es muy pequeño y muchas veces no son aplicables estas metodologías.

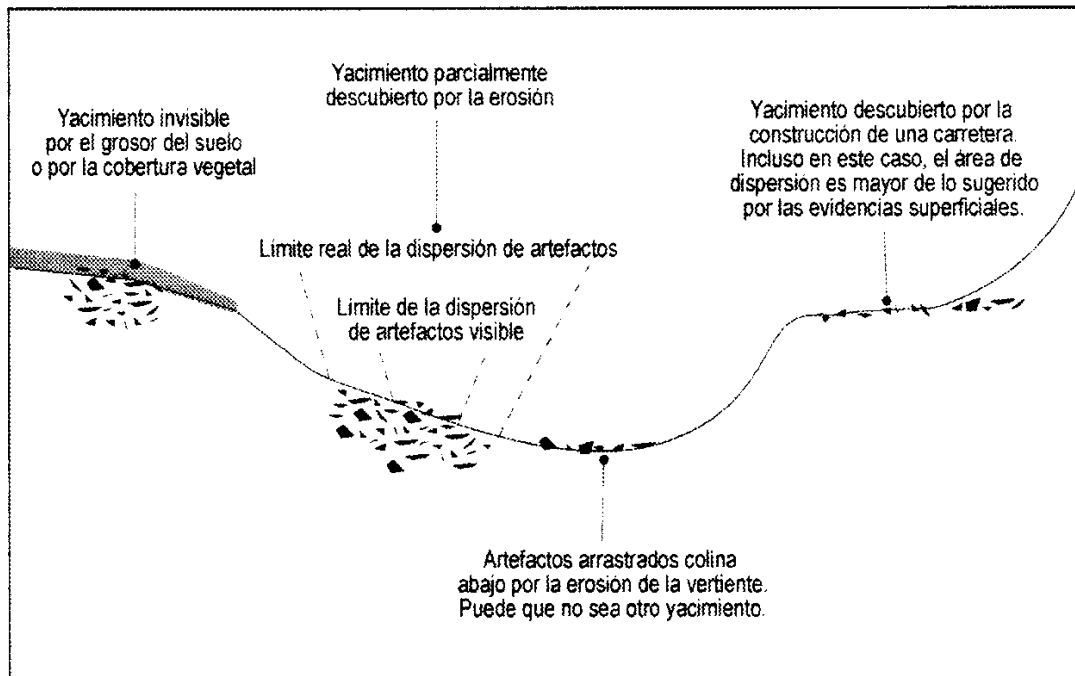
## RECORRIDO DE SUPERFICIE

Aunque parezca demasiado sencillo el primer paso de toda buena excavación arqueológica es el recorrido de superficie en el que se pueden detectar algunas peculiaridades del terreno que nos hablen de la presencia de restos óseos de interés forense.

El recorrido de superficie simplemente consiste en recorrer a pie la zona donde se presume que existen restos para ver las alteraciones que se pueden observar en el terreno.

Obviamente antes de llegar a una zona tenemos que tener un referencia histórica de que en el lugar ocurrieron actos delictivos o bien muchas veces el mismo criminal confiesa haber abandonado un cuerpo en algún lugar, en cuyo caso sería muy útil que el reo nos acompañe y nos vaya guiando por el terreno hasta donde se encuentra el cuerpo puesto que él sabe mejor que nadie donde lo abandono.

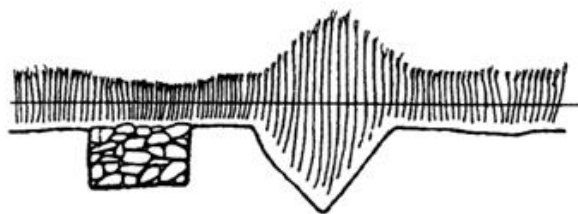
Muchas veces se pueden encontrar en la superficie restos indicativos de la presencia de la existencia de un hallazgo bajo las superficie de la tierra, debemos recordar que la tierra esta en constante evolución y se depositaran o deslavan constantemente los contextos pudiendo quedar al descubierto algo enterrado.



*Relación entre visibilidad, condiciones de la superficie y la probabilidad de encontrar yacimientos arqueológicos.*

Dentro del campo de la arqueología forense podemos observar cambios en la tonalidad de la vegetación que pueden darse como efecto de la extracción de nutrientes del cadáver que van dando a la planta una coloración específica.

También las plantas pueden aprovechar los nutrientes del cadáver para nutrirse del o bien pueden aprovechar los cambios en la consistencia de la tierra para que se desarrollen las raíces motivando crecimientos irregulares de las mismas lo que se puede observar a simple vista y se puede pensar en la presencia de un entierro al observar la vegetación<sup>44</sup>.



Desarrollo diferenciado de los cereales ante la presencia de muros y fosos enterrados (Webster, 1964, figura 1).

Tomado de Calandrini 1997:45

<sup>44</sup> Erzincioğlu 2012:60

Otro cambio que puede encontrarse con mucha frecuencia son elevaciones o depresiones<sup>45</sup> del terreno que como dijimos en el capítulo anterior están relacionados primeramente con los fenómenos de producción de gases por el cuerpo en estado de descomposición y posteriormente por el derrumbe de las estructuras al agotarse los gases de la putrefacción y por el peso de la tierra.

## **CAMBIOS QUE SE OBSERVAN EN SUPERFICIE**

### **ELEVACIONES**

Producidas por el volumen del cuerpo que obliga a que al depositar la tierra exista un exedente por arriba del nivel.

### **DEPRESIONES**

En etapas avanzadas de la putrefacción cadaverica se deja de producir gas y se reduce el volumen que ocupa el cuerpo provocando que los espacios vacíos sean rellenados por la tierra.

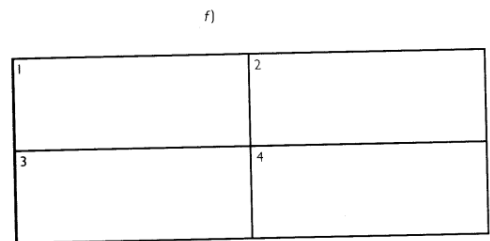
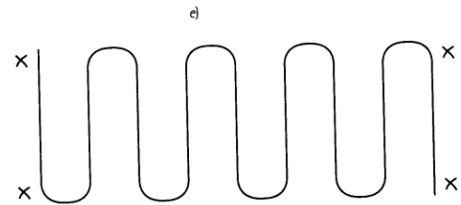
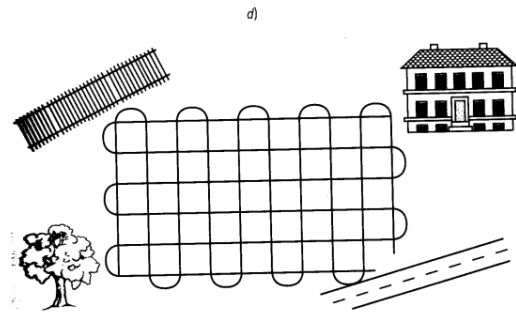
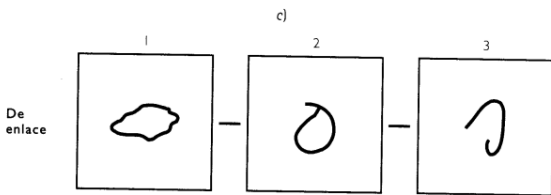
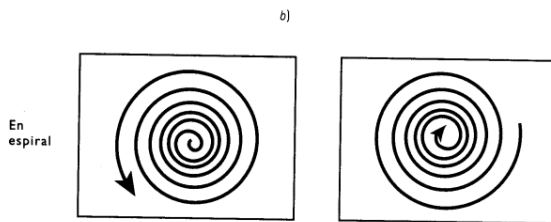
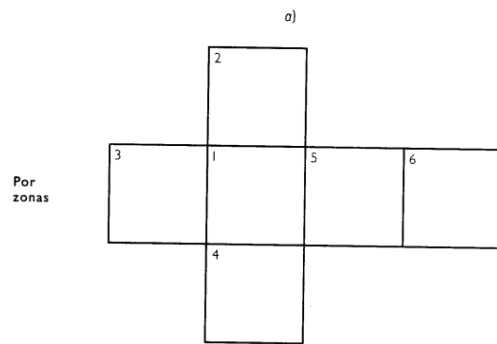
Los recorridos de superficie se pueden realizar de dos maneras aplicando los métodos de búsqueda de indicios de la criminalística por un lado se puede hacer una búsqueda en espiral en donde se localiza el cuerpo y nos vamos acercando en zonas concéntricas hasta llegar a él observando todos los indicios que se encuentran a su alrededor<sup>46</sup>.

Este método es muy útil cuando se trata de cadáveres solos en los que es muy importante para la investigación recuperar indicios asociados a el cuerpo.

---

<sup>45</sup> Sánchez 2009:17

<sup>46</sup> Galera 2005:138



El otro método muy utilizado es el de las franjas que consiste en disponer líneas de trabajadores que pueden estar separados uno de otro a un metro que es aproximadamente la distancia que puede cubrir con la vista una persona normal<sup>47</sup> e ir avanzando en línea recta parándose cada que encuentra un indicio el cual debe ir marcando con una banderola de color amarillo o rojo obviamente el objetivo es ubicar indicios en una área muy dispersa<sup>48</sup>.

#### BANDERAS SOBRE EL TERRENO PARA LOCALIZAR INDICIOS.



<sup>47</sup> Domingo 2007:103

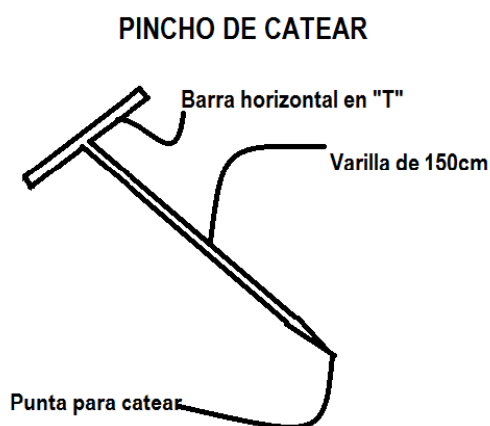
<sup>48</sup> Montiel 2008:3:57



La ventaja de este método es que nos permite ubicar elementos que quedan dispersos en una zona muy amplia como es el caso de un accidente de aviación en el que se pueden ubicar los indicios en áreas que pueden llegar a ser kilómetros cuadrados de superficie pero la ubicación de estos indicios debidamente hecha nos permitirán con posterioridad elaborar hipótesis de lo que sucedió.

### **PINCHO DE CATEAR**

Reverte y Lara<sup>49</sup> recomiendan la utilización de un instrumento para detectar si debajo de la tierra puede haber una tumba o no que el primero denominó pincho de catear y que es un instrumento de fabricación sencilla y que consiste en una varilla metálica que contiene en un extremo una punta y el otro una barra horizontal formando una T.



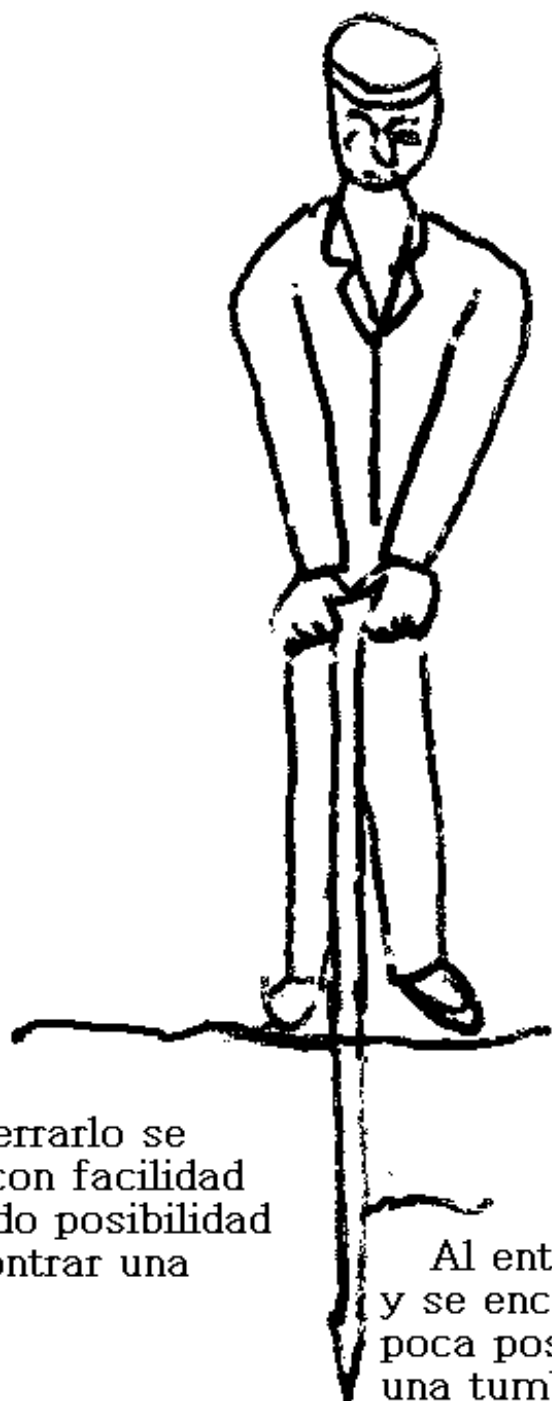
El uso también es muy sencillo puesto que al remover la tierra para enterrar a alguien esta pierde su compactación natural<sup>50</sup> aunque se halla rellenado la tumba para ocultar el cuerpo siempre quedara la tierra menos compactada que la tierra no excavada, esto permite que al enterrar un pincho en una superficie deprimida de terreno tengamos dos posibles consecuencias, la primera sería que el pincho entra con dificultad, se hunde difícilmente en terrenos no removidos donde es poco probable que exista una tumba. Situación contraria cuando el pincho entra con facilidad y se hunde profundamente en terrenos en los que ha habido remoción de tierra y probablemente se encuentre un enterramiento. Es importante mencionar que puede haber remoción de tierra por fines distintos que un enterramiento para barbecho agrícola o bien para buscar un pozo artesiano que obviamente permitirán la penetración del pincho sin que por este motivo se encuentre un cuerpo en el interior.

---

<sup>49</sup> Reverte s/f 25 y Lara 2009:44

<sup>50</sup> Núñez de Arco 2014:598

## PROSPECCION CON EL PINCHO DE CATEAR



Al enterrarlo se hunde con facilidad indicando posibilidad de encontrar una tumba.

Al enterrarlo cuesta trabajo y se encuentra resistencia poca posibilidad de que exista una tumba.

## ANALISIS QUIMICOS DE LOS SUELOS

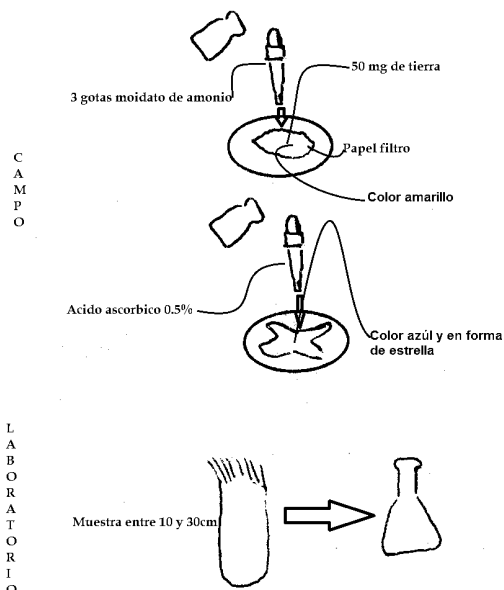
Algo que también es relativamente fácil de realizar<sup>51</sup> son pruebas químicas para determinar la posibilidad de áreas de actividad humana<sup>52</sup> y obviamente donde se encuentra enterrada una persona.

Para ello Schwarz<sup>53</sup> menciona que en los suelos con actividad humana se puede encontrar alta concentración de algunos productos químicos muy relacionados con el hombre como pueden ser los fosfatos y los compuestos de potasio aunque los últimos se desintegran muy rápidamente y es más difícil de encontrarlos.

Rápidamente se pueden detectar fosfatos por una reacción química rápida que consiste en extraer tierra y depositarla en un papel filtro al cual se le agregan tres gotas de moidato de amonio que van a reaccionar y darle una coloración amarilla y medio minuto después se agrega ácido ascórbico al 0.5 % lo cual produce un viraje en la coloración a azul además de que toma forma de estrella que puede darnos también una idea de la concentración de los fosfatos existiendo una escala colorimétrica para dicho fin.

Si se quiere ir a métodos más precisos el arqueólogo puede tomar una muestra de suelo de 10 a 30 centímetros de profundidad las cuales pueden ser analizadas en el laboratorio con el objetivo de determinar de manera más precisa el contenido de fosfatos pero presentan el problema de que tienen que transportarse al laboratorio además de que el estudio es tardado.

### DETECCION DE FOSFATOS EN EL SUELO



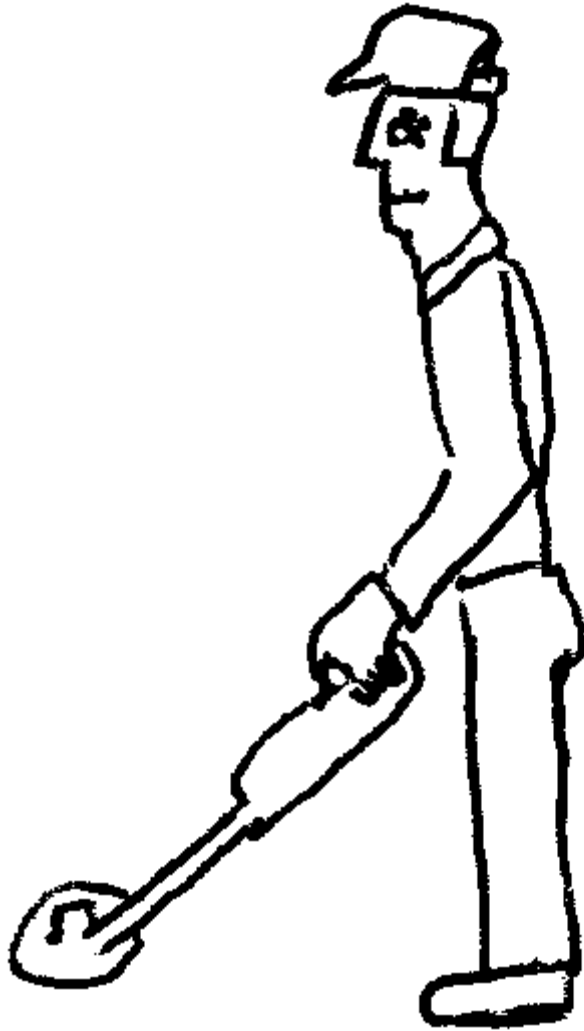
<sup>51</sup> Fernández 2000:67

<sup>52</sup> Barba 1990:17

<sup>53</sup> Schwarz 1976:74

## DETECTORES DE METALES

Durante la Segunda Guerra Mundial se utilizó mucho el detector de metales para encontrar minas nazis, sin embargo en la actualidad se ha popularizado el uso de dicho instrumento para fines civiles como la detección de tuberías de agua rotas evitando de esta manera que se hagan esfuerzos inútiles al intentar buscar dicha tubería.

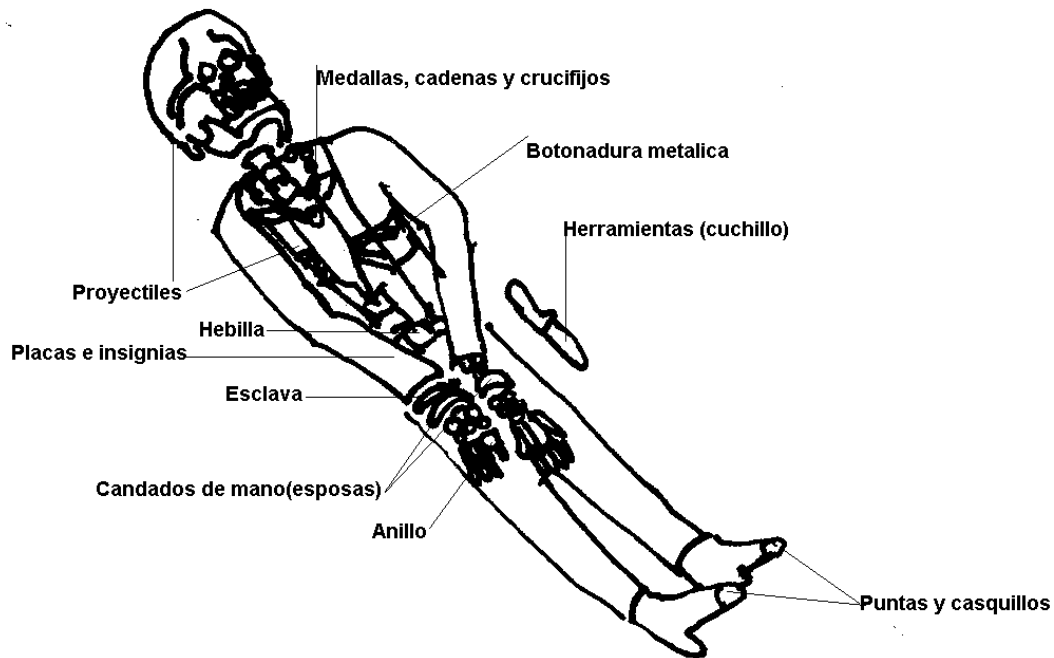


En la actualidad se ha popularizado el uso de detectores de metales por los buscadores de tesoros los cuales hacen una labor sumamente destructiva.

El problema es que muchas veces son activados por basura y al excavar lamentablemente se encuentran clavos oxidados o latas sin encontrarse restos óseos.

Sin embargo muchas veces en nuestro medio la presencia de metales es muy abundante y cuando se realiza un homicidio muchas veces el cuerpo lleva algunos de estos materiales pueden ser sensibles a los detectores de metales.

#### OBJETOS METALICOS QUE PUEDEN SER SUCEPTIBLES AL DETECTOR



#### DETECTORES DE VAPORES

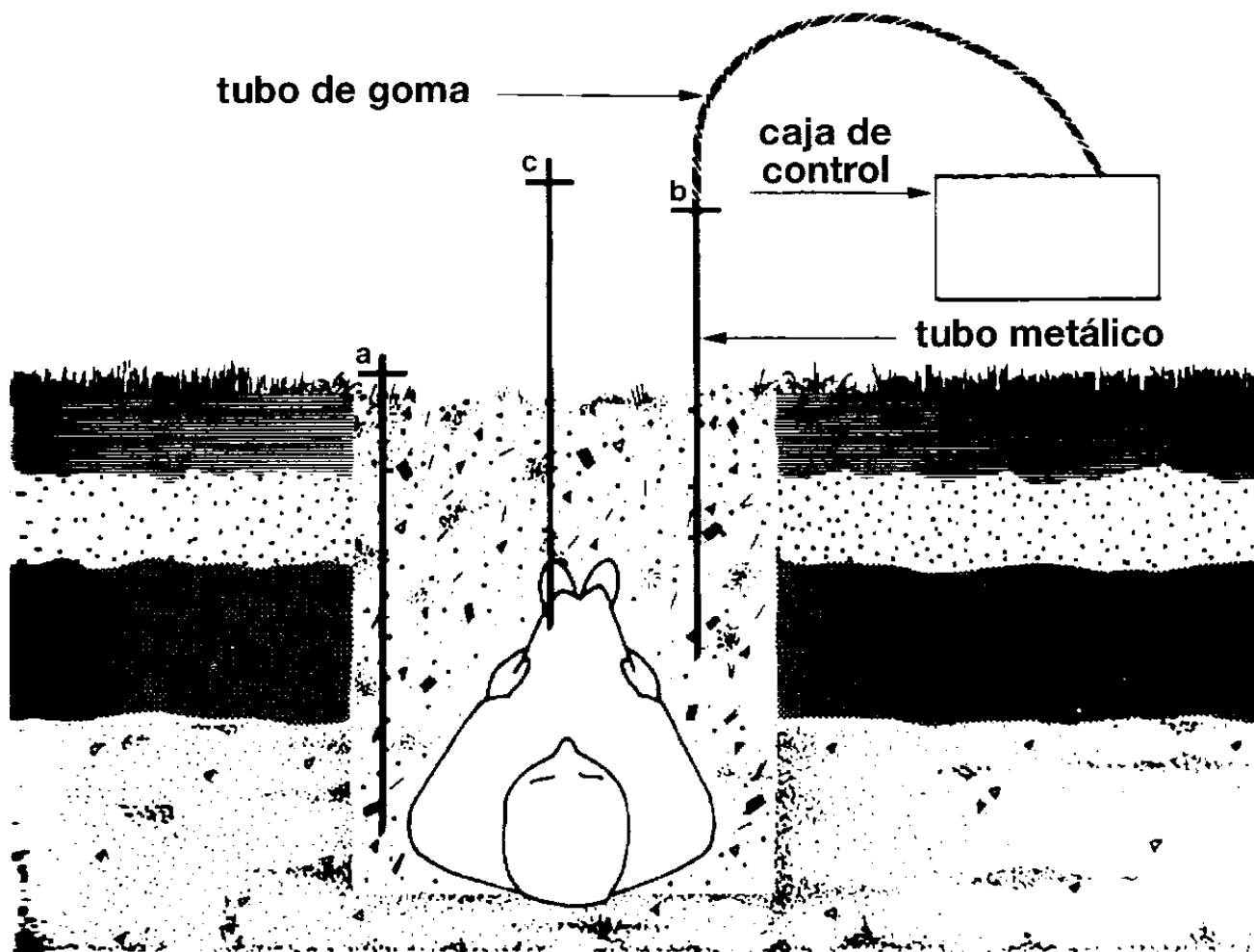
Cuando se empieza a descomponer un cuerpo por efecto de la putrefacción se produce una cantidad increíble de un gas sumamente explosivo que es el metano que puede ser detectado de modo sencillo.

Para tal fin Rodríguez y Guzmán<sup>54</sup> propone insertar dos sondas la primera para medir la temperatura lo cual nos permite calibrar la segunda sonda, por la cual subirán los gases apuntando la concentración mayor hacia el cuerpo.

El mismo autor nos dice que puede ser que aunque si exista un cuerpo puede no ser detectado si se inserta la sonda demasiado cerca del cuerpo o bien muy profundamente por lo que deben hacerse pruebas a diferentes profundidades para tener certeza de nuestros sondeos.

---

<sup>54</sup> Rodríguez 1994:27 y Guzmán 2003:54



- a - Muy profundo; vapores que se pierden.
- b - No sobre el cuerpo pero poco profundo para captar vapores.
- c - Directo sobre el cuerpo; vapores más potentes.

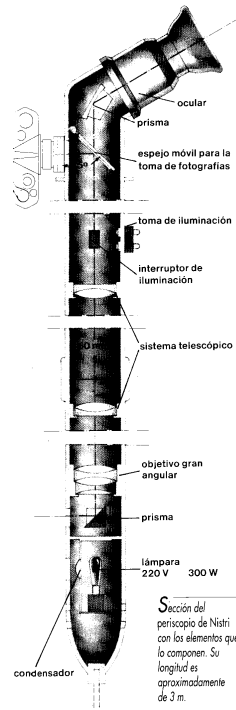
## PERISCOPIO

Durante la segunda guerra mundial se desarrolló mucho en los submarinos un visor que permitía observar las condiciones en la superficie del mar estando el barco sumergido.

En la actualidad se ha desarrollado el uso civil de un sistema de espejos similar a el de los submarinos para la observación y documentación de tumbas enterradas<sup>55</sup>.

Este sistema simple permite observar el interior de una sepultura sin necesidad de excavarla por completo solo se necesita hacer un pequeño túnel con una barrenadora para poder posteriormente introducir el periscopio, como el mismo sistema contiene luz no se necesita de materiales adicionales para visualizar el contenido de la tumba que por su misma estructura está a oscuras<sup>56</sup>.

Una ventaja adicional es que podemos tomar varias fotografías del cuerpo sin necesidad de excavarlo conservando así una documentación en el estado original del entierro.



<sup>55</sup> Bendala 1991:54

<sup>56</sup> Hole 1983:106

## PERROS

Es bien conocida desde hace tiempo la labor de los perros San Bernardo para rescatar alpinistas perdidos en los Alpes Suizos y es tradicional la imagen de estos animales con su barril de licor al cuello para encontrar alpinistas.

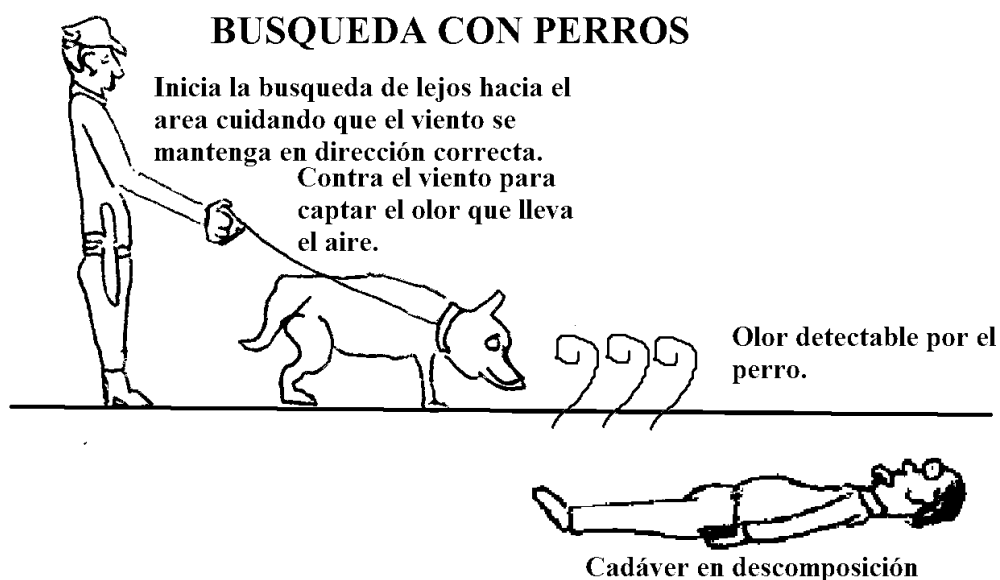
Más recientemente se han creado binomios canino-humanos para rescatar víctimas de sismos en el famoso grupo mexicano de los topos que ha colaborado en muchos países para la localización de heridos.

Si estos perros pueden efectivamente encontrar gente en apuros es lógico que se pueda entrenar a perros para encontrar cuerpos que por los fenómenos de descomposición son infinitamente más olorosos que un ser humano normal aunque este enterrado.

Recientemente se han entrenado perros para la localización de fosas clandestinas dando excelentes resultados para dicho fin<sup>57</sup>.

Una ventaja de estos animales es que pueden localizar cuerpos aún parcialmente sumergidos o enterrados a cierta profundidad<sup>58</sup>.

Un aspecto importante es que quien está manejando al perro debe empezar a peinar la zona desde lejos e irse acercando también es importante que el viento choque contra el binomio de manera que pueda llegarle el olor al perro si el viento y el perro van en la misma dirección le va a costar mucho trabajo detectar el cuerpo.



<sup>57</sup> Sorg 2003:82

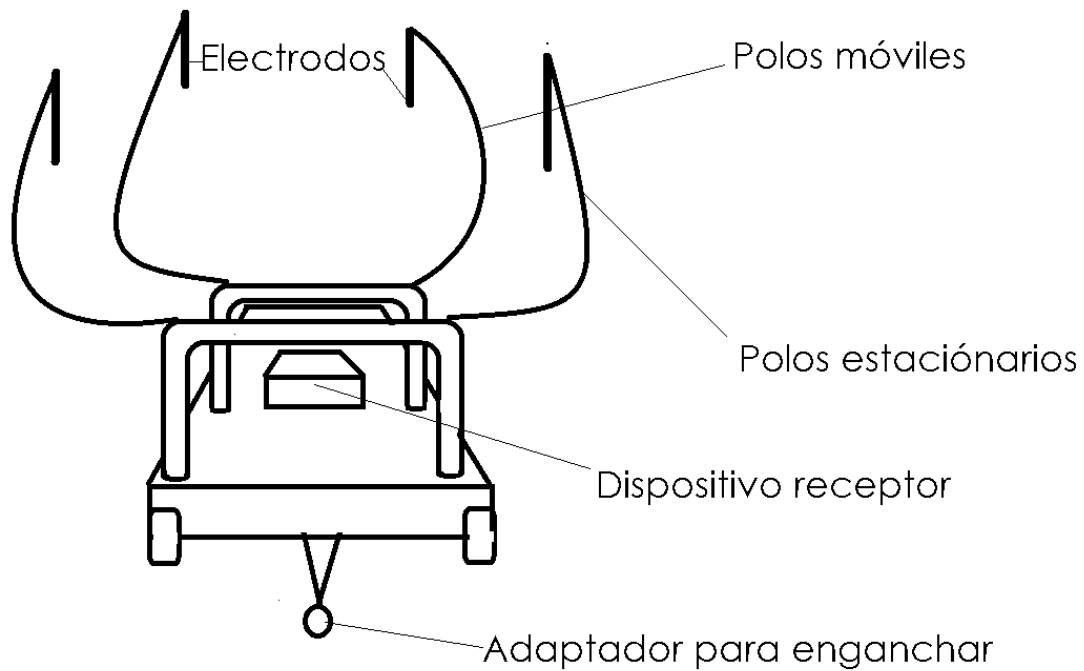
<sup>58</sup> Ercinciloglu 2012:60



## RESISTENCIA ELECTRICA

Se puede utilizar la medición de la resistencia del suelo al paso de la electricidad<sup>59</sup> para determinar la presencia de tumbas insertando electrodos a una profundidad determinada para que un potenciómetro registre la resistencia al pasar la corriente por los electrodos<sup>60</sup>.

### MEDIDOR DE RESISTIVIDAD ELECTRICA



Esto se basa en el principio físico de que al pasar una corriente eléctrica por dos puntos la tierra y su humedad tienen cierta capacidad de transmitir la corriente y como es lógico al encontrarse objetos con una densidad distinta producirán también cambios en el voltaje lo cual nos indica posiblemente la ubicación de algo en el subsuelo<sup>61</sup>.

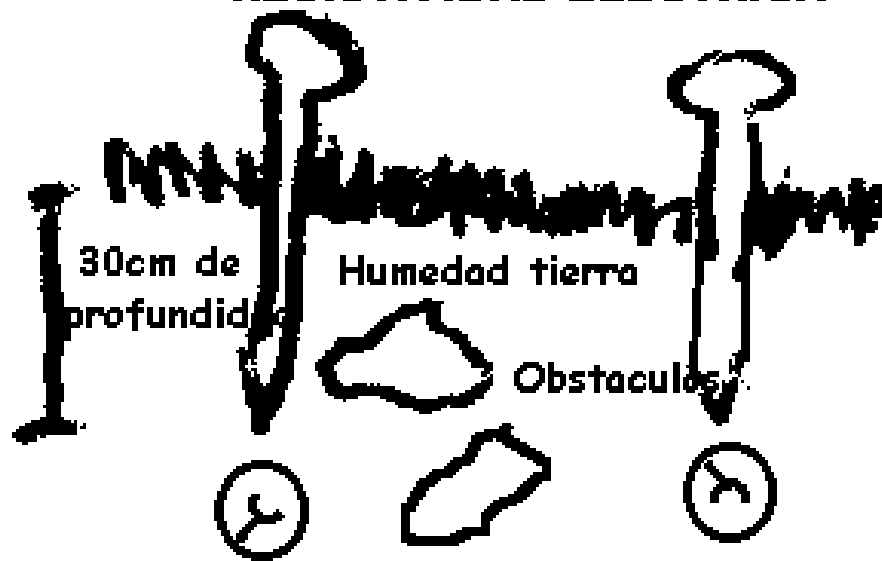
---

<sup>59</sup> Fernández 2000:65

<sup>60</sup> Bendala 1991:73

<sup>61</sup> Schwartz 1976:34-7

## RESISTIVIDAD ELECTRICA



## Diferencia en el potencial

Barba<sup>62</sup> nos dice que la colocación de los electrodos dependerá mucho de lo que se intente investigar y menciona el acomodo de Wenner donde los cuatro electrodos se acomodan simétricamente dejando el potenciómetro en el centro.

Al hacer estas mediciones se obtienen dos posibles respuestas, por un lado el aumento de la resistencia eléctrica nos indica la presencia de muros mientras que la disminución nos indica la presencia de fosas<sup>63</sup>.

## MAGNETOMETRIA

Uno de los métodos de prospección más utilizados es el medir el magnetismo de la tierra a través de un instrumento sencillo que se llama magnetómetro de protones<sup>64</sup>.

Con este aparato se hacen varias lecturas en los puntos del terreno de interés observando si existen variaciones que pueden ser debidas a objetos bajo la superficie<sup>65</sup>.

Si bien este método se creó originalmente para detectar hornos que alteraban positivamente el eje magnético de la tierra en la actualidad se sabe que hay fenómenos que aumentan fuertemente o disminuyen este y que nos pueden indicar la existencia de estructuras bajo tierra. Dentro de los fenómenos que aumentan están los muros y los fenómenos que disminuyen la resistencia se encuentran las fosas.

---

<sup>62</sup> Barba 1990:14

<sup>63</sup> Hole 1983:106

<sup>64</sup> Barba 1990:22

<sup>65</sup> Litvak 1986:73

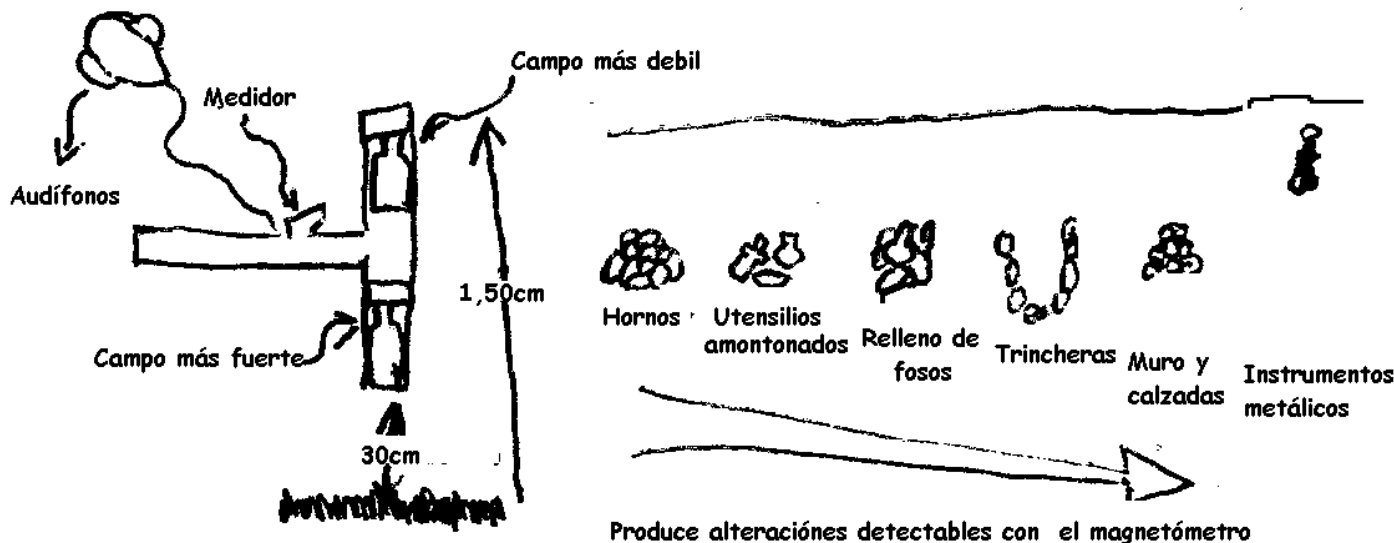
Este aparato está formado un sensor rodeado de una bobina eléctrica, montado sobre un sostén y conectado mediante un cable a un cuadro electrónico que permite llevarlo fácilmente por un operador.

Como todos los métodos de prospección tiene ventajas y limitaciones este método presenta el problema de que el explorador no puede traer nada de metal<sup>66</sup> así como pueden interferir con su estudio alambradas postes de cableado eléctrico y telefónico, el mismo vehículo de transporte etc<sup>67</sup>.

Se ha desarrollado también otro instrumento muy útil que es magnetómetro de flujo que no tiene tantas fuentes de interferencia y además tiene la ventaja de que tiene una lectura continua sin embargo su montaje y manejo son mucho más difíciles que el primero.

Este debe llevar el campo débil cerca de 30 centímetros del suelo mientras que el campo fuerte debe ir más o menos a metro y medio del terreno lo que ira produciendo en los audífonos dos tipos de señales por un lado un zumbido estable en el caso de un subsuelo uniforme o bien diferencias importantes en el ruido producidas por los cambios de la composición del subsuelo.

En la parte izquierda presento un corte de un magnetómetro con sus elementos y en la derecha los objetos que puede detectar de los que producen menos perturbaciones a los que producen más<sup>68</sup>.



<sup>66</sup> Hole 1983: 105

<sup>67</sup> Sánchez 2009:28

<sup>68</sup> Schwartz 1976:55-8

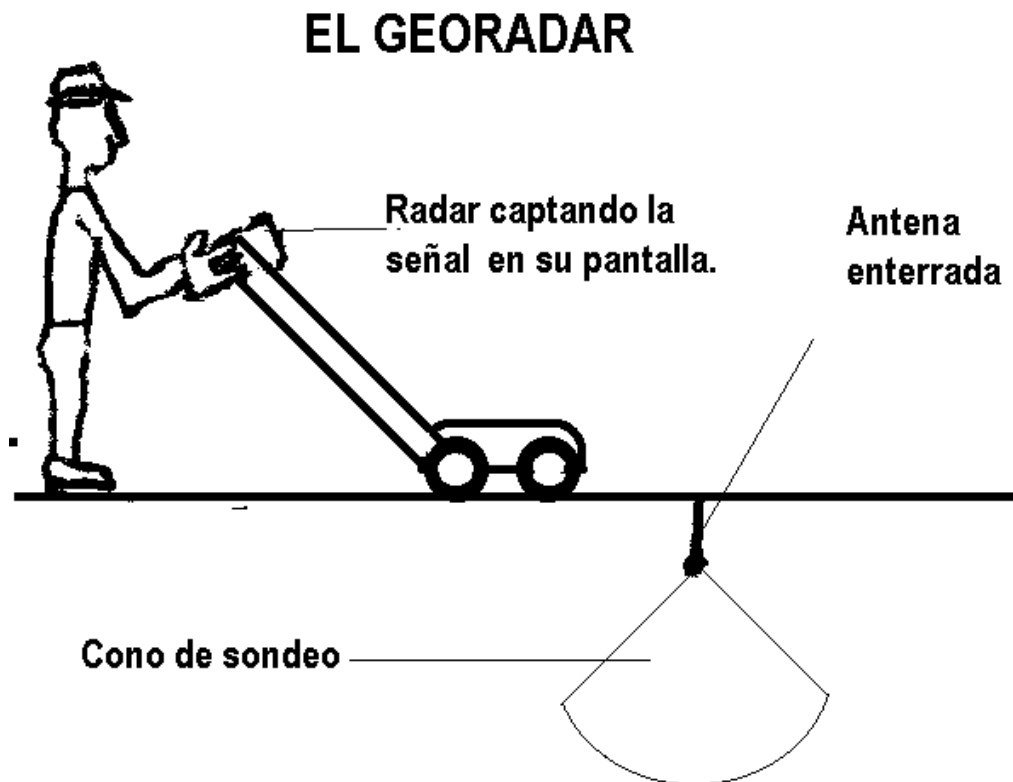
## GEORADAR

El georadar es también un instrumento para detectar las características geofísicas del terreno sin necesidad de excavar, este tipo de instrumentos nos permite estudiar grandes áreas de terreno y además puede usarse en casi todos los ámbitos<sup>69</sup>.

Este aparato opera con una antena direccional que se desplaza sobre el terreno.

El instrumento emite una serie de impulsos electromagnéticos que al ser recibidas por otra antena se registran en un monitor imágenes del perfil del subsuelo<sup>70</sup>.

Todo esto nos permite no solo detectar la presencia de una tumba sino también las dimensiones aproximadas de la fosa<sup>71</sup>.



---

<sup>69</sup> Lara 2009:44

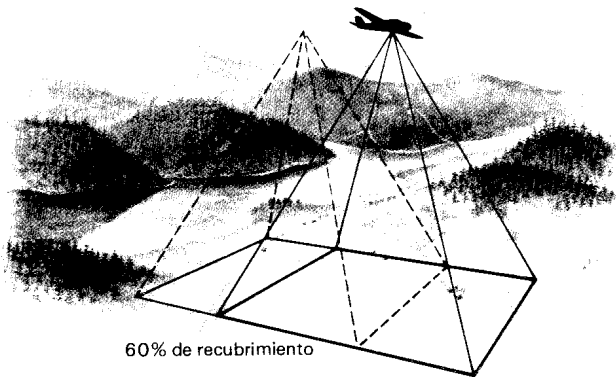
<sup>70</sup> Fondebrider 2001:43

<sup>71</sup> Sánchez 2009:29

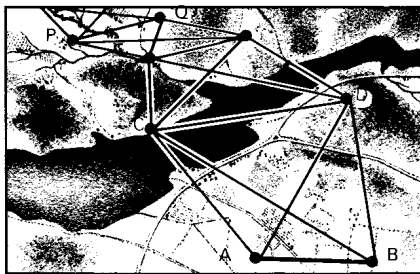
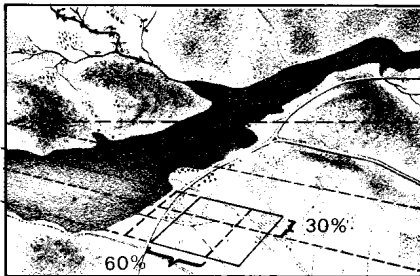
## FOTOGRAFIA AEREA

Una de las técnicas más utilizadas para detectar sitios arqueológicos es la fotografía aérea puesto que permite detectar cambios de color y sombras que pueden ser indicativos de alteraciones arqueológicas.

La fotografía aérea en principio era un método cartográfico puesto que se utilizan las fotografías así obtenidas para posteriormente observarlas en pares estereoscópicos y de esta manera trazar las curvas de nivel de un mapa aunque pronto los arqueólogos se dieron cuenta de que además de para topografía se podían utilizar para detectar sitios.



Fotografía aérea



Triangulación

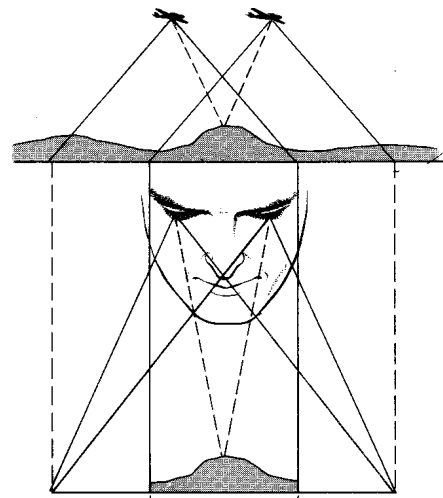


Imagen tridimensional

### Fotografía aérea

Los mapas topográficos y económicos se realizan hoy con ayuda de fotografías aéreas. La avioneta vuela en pasadas paralelas y fotografía verticalmente, a intervalos regulares, a fin de que cada fotografía recubra el 60% de la precedente, en la dirección del vuelo, y el 30% de la anterior pasada.

### Triangulación

Para la triangulación de una zona, se marcan sobre ella una serie de puntos, cuya longitud, latitud y altura se conocen (a la izquierda). Estos puntos constituyen el armazón que se cartografía después, valiéndose, p. ej., de fotografías aéreas. Solamente se mide una línea base A-B y una línea base de control P-Q; los puntos res-

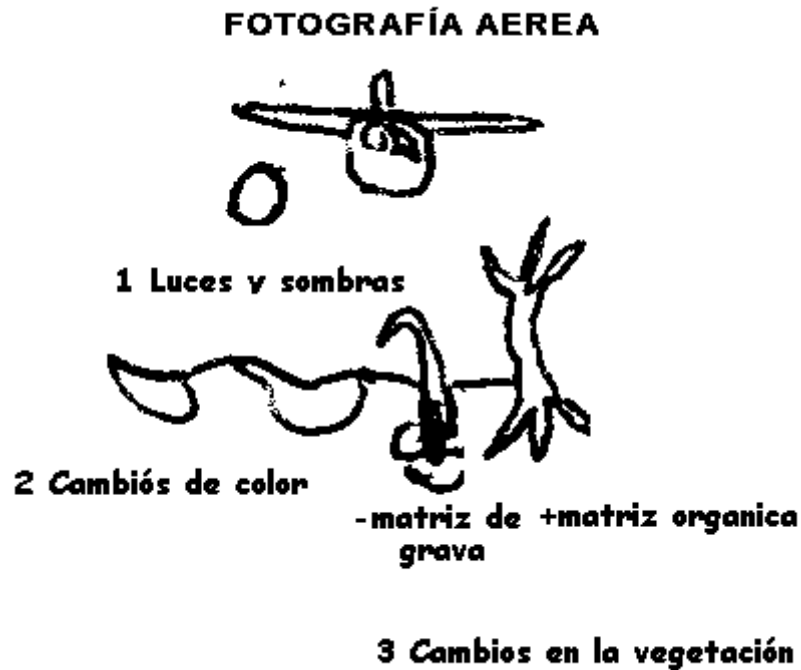
### Imagen estereoscópica

Un estereoscopio puede proporcionar una imagen tridimensional, con dos fotografías aéreas que correspondan a lo que se ve con el ojo derecho y el izquierdo, respectivamente. Con los modernos aparatos estereoscópicos se efectúa automáticamente la determinación de la altura y el trazado de las curvas de nivel.

tantes (C-D, etc.) se determinan por medio de mediciones angulares (grabado inferior). Primero se traza una red de primer orden, con puntos distanciados hasta 40 km entre sí. Después, a partir de estos puntos, se rellenan con nuevos puntos los espacios intermedios, en una o varias redes de orden inferior.

Barba<sup>72</sup> nos dice que se pueden observar dos tipos diferentes de marcas, por un lado las marcas estacionales y las permanentes, que nos reflejan alteraciones a menos de un metro de profundidad.

Para Schawrtz<sup>73</sup> la fotografía aérea debe de tomar en cuenta tres elementos que son El juego de luces y sombras, cambios de coloración en el terreno y cambios en la vegetación ya sean positivos o negativos.



Schawrtz recomienda también tomar fotografías al amanecer o al atardecer para incluir en las fotografías elementos de contraste mayor, así como también es importante observar fotografías en diferentes épocas del año puesto que esto también incluirá modificaciones en las condiciones de iluminación.

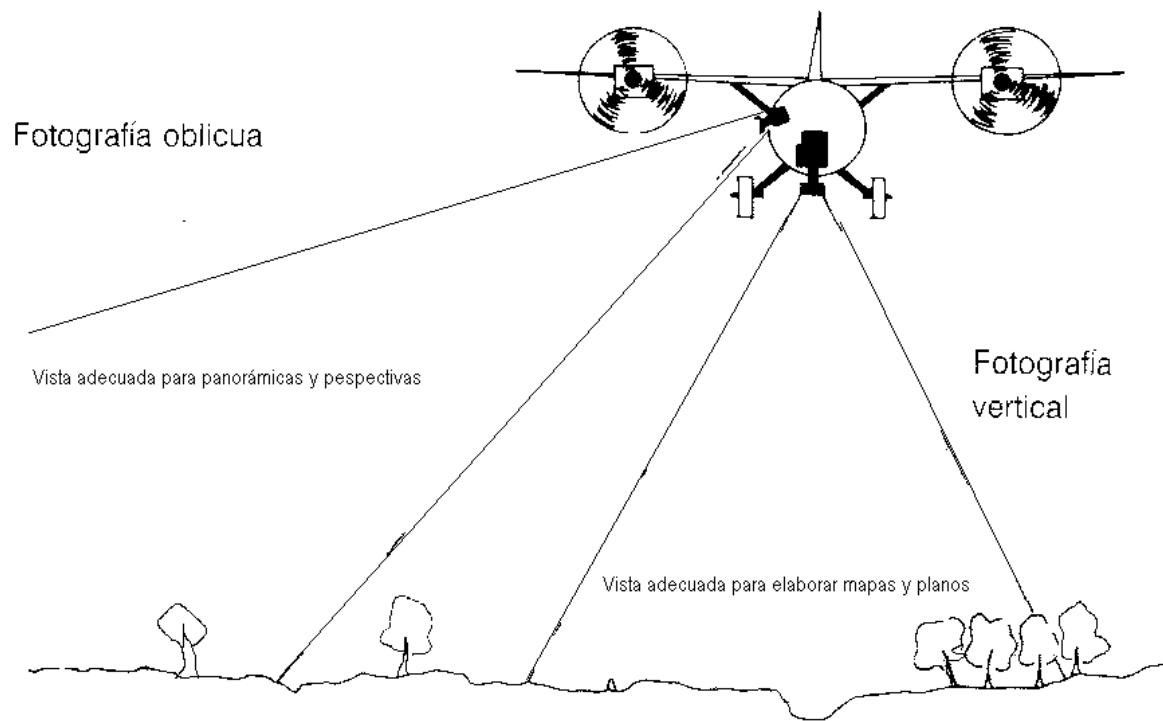
Sánchez<sup>74</sup> nos dice que existen dos tipos de tomas por un lado las fotografías verticales y por el otro las oblicuas. Las primeras son menos deformadas que las segundas dependiendo del grado de oblicuidad con que se tomen las fotografías será la deformidad de las imágenes que se produzcan.

---

<sup>72</sup> Barba 1990:11

<sup>73</sup> Schwarrz 1976:15

<sup>74</sup>Sánchez 2009:20



Otro elemento importante es la fotografía con película infrarroja<sup>75</sup> que para Guzmán además de la utilización de las técnicas de interpretación normales tiene la ventaja de que al ser tomada con este tipo de película aprovecha los gases de la putrefacción de la tierra para elevar la temperatura y hacer más fácil la detección de cuerpos.

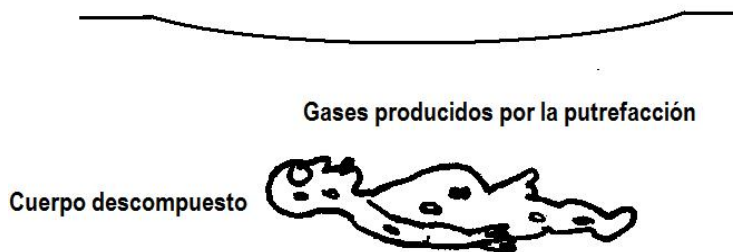
---

<sup>75</sup> Bahn 2002:71

## AYUDA DE UN HELICOPTÉRO PARA ENCONTRAR CADAVERES



Toma de fotografías con película infraroja.



Si bien mucho tiempo se utilizó la fotografía desde avionetas en la actualidad las fotografías simples están cayendo en desuso por técnicas más modernas como el LIDAR Light Detection and Ranging <sup>76</sup>que permite no solo tomar las fotografías sino también mejorar la imagen de las mismas cambiando el ángulo de incidencia y el azimut de la luz solar así como la corrección de imágenes por medio de un radar de penetración.

Esto permite utilizar fotografías de zonas boscosas que la fotografía simple se ve obstruida por las copas de los árboles no dejando observar la superficie del terreno en sí.

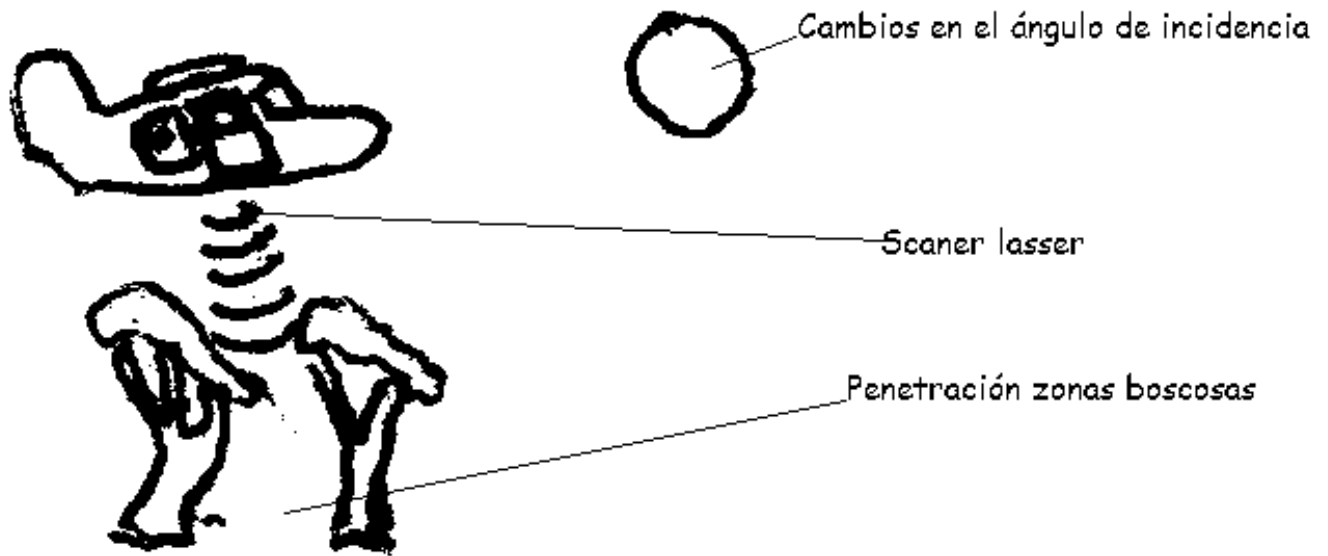
---

<sup>76</sup> Renfrew 2011:87



## LIDAR

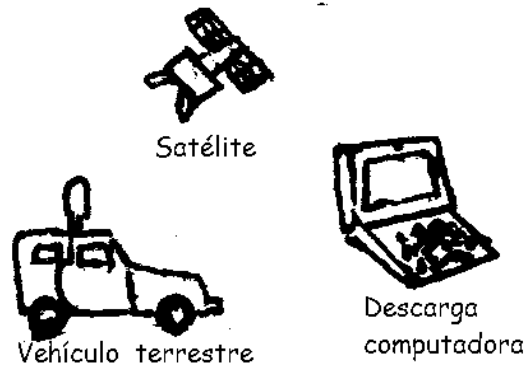
### Light Detection and Ranging



Otro método que actualmente se está utilizando mucho es la fotografía satelital que permite con un mismo equipo tomar fotografías de diversas partes desde una gran altura para posteriormente mejorarlas en la computadora lo que permite no solo obtener fotografías sino observar con gran detalle las mismas además de poder observarlas desde varios ángulos lo que es muy útil para detectar alteraciones en el terreno<sup>77</sup>.

En la actualidad podemos disponer de estas fotografías bajándolas de internet de algunos sitios como el Google Earth de manera gratuita lo que nos ayuda muchísimo en la investigación y nos evita necesitar buscar las fotografías aéreas de la región.

## FOTOGRAFÍA SATELITAL

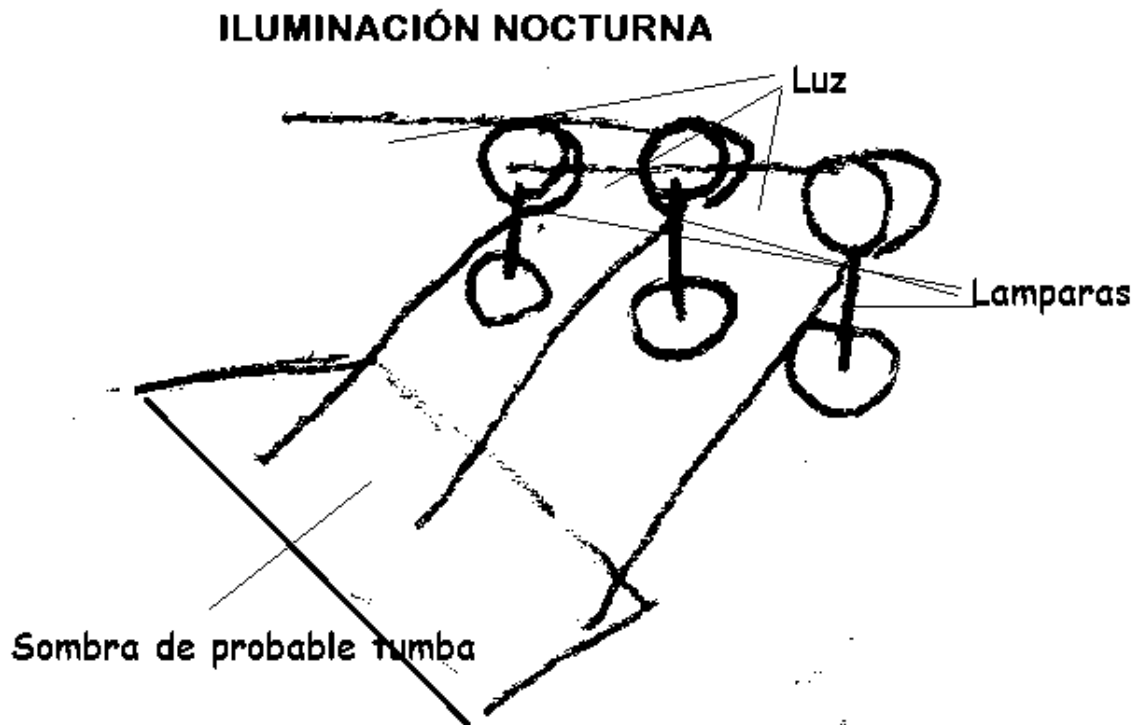


<sup>77</sup> Fernández 2000:117-8

## FOTOGRAFIA NOCTURNA CON ILUMINACIÓN

Un método que se puede utilizar para detectar tumbas es la fotografía nocturna del terreno en búsqueda con iluminación artificial lo que puede producir sombras importantes de formas regulares que nos pueden indicar la ubicación de una tumba<sup>78</sup>.

El autor menciona que estas sombras se observan con mayor claridad en terrenos cubiertos de nieve.



## BARRENADOS

Los barrenadores o nucleadoras son taladros que obtienen secciones de terreno en las que se pueden encontrar varios estratos así como material contenido en el subsuelo.

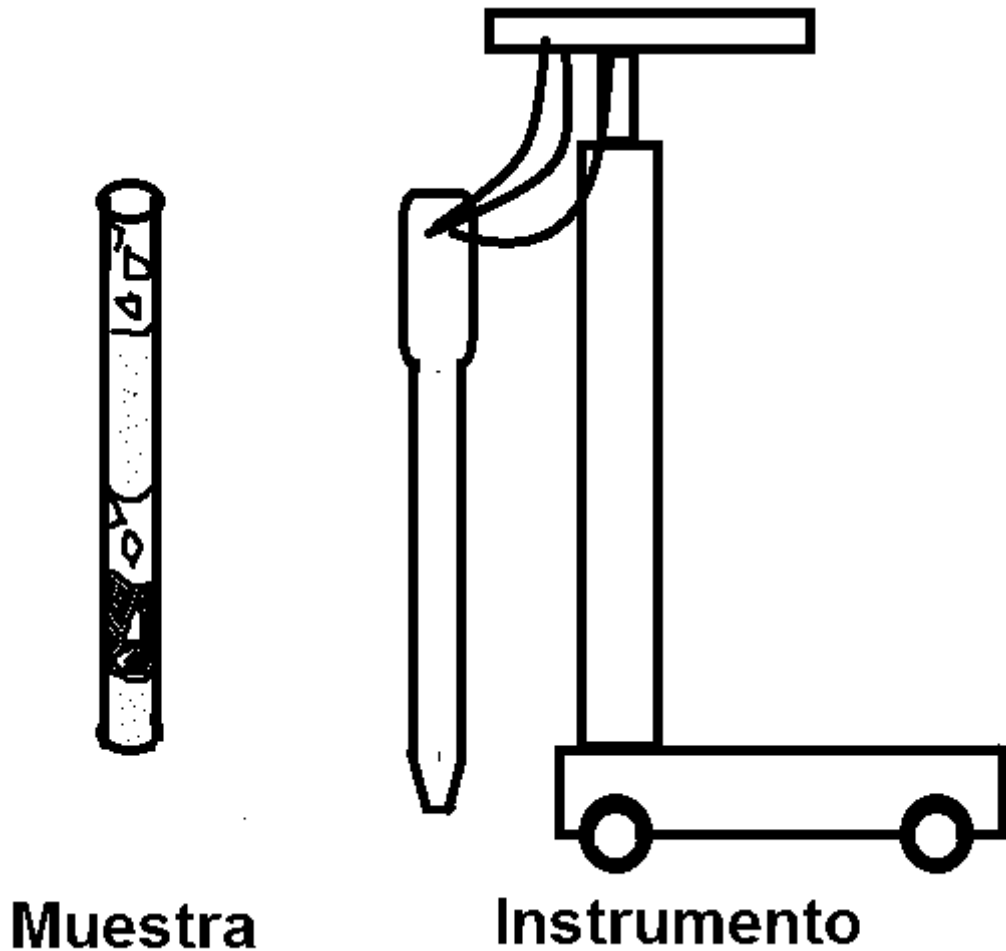
Este tipo de instrumentos son muy utilizados en las exploraciones de petróleo por la facilidad de obtener fácilmente muestra de las diferentes capas de tierra que pueden ser analizadas con más detalle en los laboratorios.

En si son pequeñas excavaciones pero con la ventaja de que se realizan con mayor rapidez que un pozo e implican menos trabajo humano.

---

<sup>78</sup> Erzincionglu 2012:61-2

Aunque Domingo refiere que dependiendo del tipo se obtienen muestras de diferente tamaño lo importante es que se obtienen datos importantes del análisis de cada barreno como materiales que componen cada capa y anchura aproximada de las capas con lo que el arqueólogo puede saber hasta que profundidad se encuentran restos humanos y que capas es seguro escavar .



#### **POZOS DE SONDEO**

Intencionalmente deje esta técnica al final de este capítulo porque ya se sobrepone mucho con el siguiente que ya se refiere específicamente a la excavación y los pozos de sondeo son pequeñas excavaciones que si bien no son extensivas ya se necesita utilizar los mismos métodos y herramientas de las que hablaremos con posterioridad.

Si bien Wheeler<sup>79</sup> es un poco escéptico de la utilidad de los mismos y sobre todo de hacer una observación general a partir de ellos se ha demostrado su utilidad en la prospección aunque esto ya limita mucho con el siguiente paso que es la excavación.

Fernández y Renfrew<sup>80</sup> mencionan diferentes técnicas de muestreo apoyados en la estadística para tener una idea general de la zona de excavación sin necesidad de cubrir toda el área.

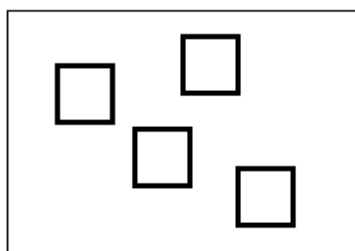
Primeramente menciona el muestreo aleatorio de cuadros en donde se divide una zona determinada en cuadros y solo se excavan los que corresponden a números elegidos al azar.

La segunda forma son muestreo aleatorio de secciones que consiste en excavar trincheras completas y no solo un cuadro dando una visión mucho más amplia del contenido de un sitio.

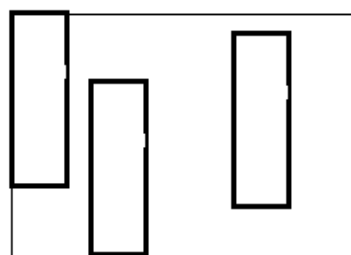
La tercera forma es el muestreo sistemático de secciones que consiste en excavar trincheras en segmentos determinados lo que nos permite obtener información rápida del sitio sin excavar toda el paralelo que implica disponibilidad de tiempo.

Por último el muestreo sistemático no alineado de cuadros consiste en dividir el área en varias secciones y de ella excavar solo cuadros obtenidos al azar.

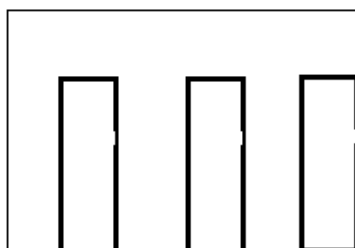
## DIFERENTES FORMAS DE MUESTREO



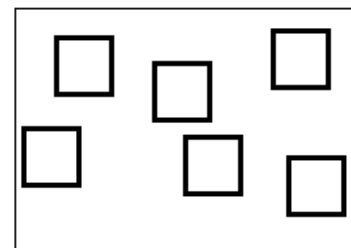
**Muestreo aleatorio de cuadros**



**Muestreo aleatorio de secciones**



**Muestreo sistemático de secciones**



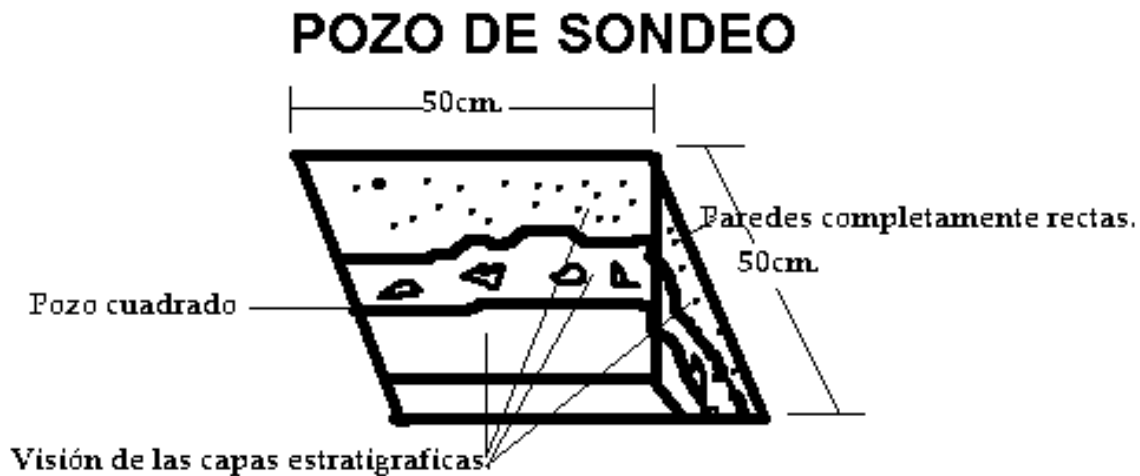
**Muestreo sistemático no alineado de cuadros**

---

<sup>79</sup> Wheeler 1981:79

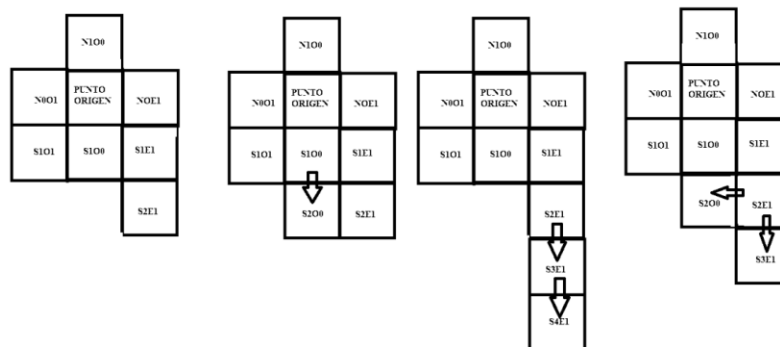
<sup>80</sup> Fernández 2000:60-1

Tanto Sánchez como Domingo coinciden en que los pozos deben ser cuadrados y recomiendan que tengan una dimensión de 50 centímetros por lado y en los mismos se deben poder observar todos los estratos que componen el espacio sobre los restos óseos<sup>81</sup>.



La ventaja que presupone hacer un pozo de este tipo es que nos permite extendernos en todos los sentidos para convertirlo en una zanja que cubra toda el área a excavar. Para lo cual es conveniente tener fijado un punto 0 a partir de donde empezaremos a ubicar el resto de los cuadros a los cuales los iremos denominando por una combinación entre el punto cardinal y el rumbo que tiene cada uno de esta manera un cuadro a 3 unidades al norte y dos al oeste de nuestro origen será norte tres N3 O2 si por algo tenemos que irnos muy lejos podemos seguir utilizando este mismo sistema.

LA CUADRICULA Y ALGUNAS POSIBILIDADES DE AMPLIACIÓN



<sup>81</sup> Litvak 1986:81

# EXCAVACIÓN

## INTRODUCCIÓN

La segunda fase del proceso arqueológico es la excavación, probablemente esta fase sea la más típica y al hablar de arqueología todo mundo lo relaciona con esta fase del trabajo y mucha gente tiene la idea romántica de que el arqueólogo llega a donde él piensa que hay algo importante y empieza a excavar para encontrar grandes tesoros o ciudades perdidas<sup>82</sup>. Esta idea es totalmente falsa el lector se habrá dado cuenta desde el capítulo anterior que necesita conocer mucho para empezar a excavar y necesita realizar algunos estudios previos en la zona para saber cómo hacerlo.

Domingo<sup>83</sup> también nos dice algo importante al excavar un sitio arqueológico lo tenemos que destruir para recuperar los restos que contiene por lo cual nuestra excavación debe ser lo mejor planeada posible y siguiendo un método además de que debemos ir documentando todo lo que hagamos de manera que con posterioridad en el laboratorio podamos tener una idea muy aproximada de cómo fueron encontrados los restos en su contexto original.

Lamentablemente cuando se excava sin tener en cuenta estos elementos en el laboratorio será muy difícil entender el material recuperado y poder plantear hipótesis sobre él, so pena que si se trata de un caso forense probablemente quede sin resolver por la imposibilidad de reconstruir datos y evidencias importantes que se perdieron en el campo y en el momento no se pueden reconstruir.

En este capítulo quiero dar una descripción de las formas de excavar así como las herramientas necesarias y sus formas de uso sin dejar de lado el otro proceso que debe ir aparejado a cualquier excavación que es la fijación y registro.

Algo aparejado y posterior a estos procesos es el correcto embalaje de los materiales recuperados puesto que se debe ir conservando y guardando en las condiciones más idóneas todo el material recuperado de manera que corra el menor riesgo de deterioro o destrucción.

Dentro de la arqueología forense también es importante la cadena de custodia puesto que en estos casos no solo basta con que el arqueólogo posea la información sino que además el material recuperado es un indicio que se va a tener que ser presentada en un juicio para convertirse en evidencia motivo por el cual debe existir esta cadena de custodias que consiste en la serie de recibos y registros de todos aquellos que tienen bajo su cuidado los materiales para garantizar que son originales.

---

<sup>82</sup> Bendala 1991:26

<sup>83</sup> Domingo 2007:165

## DOCUMENTACIÓN

Antes de intentar excavar es muy importante documentar el área de trabajo lo mejor posible puesto que al excavar vamos a destruir de manera irreversible el sitio donde vamos a trabajar<sup>84</sup>.

Algo fundamental es ubicar correctamente el sitio donde vamos a trabajar lo cual podemos hacerlo actualmente con un localizador GPS<sup>85</sup> que permite ubicarnos a través de la transmisión de señales desde un satélite a nuestro receptor.

## USO DEL LOCALIZADOR GPS



<sup>84</sup> Rodríguez 1994:28

<sup>85</sup> Bahn 2002:72 y Domingo 2007:88

La documentación previa incluye la fotografía del lugar desde varios ángulos de manera que podamos en cualquier momento ubicar algunos detalles de la situación original del terreno antes de ser excavado<sup>86</sup>.

Es importante tomar fotografías con el gran angular para incluir en las mismas la mayor parte del entorno así como acercamientos que nos permiten observar con mayor detalle las características de elementos en específico que se encuentran dentro del área a excavar.

Guzmán<sup>87</sup> nos menciona que en las fotografías no se debe incluir a personas pero si es muy conveniente incluir una escala métrica y una flecha para ubicar el norte, además de que es importante incluir en una pizarra datos como la averiguación previa y el arqueólogo responsable.

Junto con la fotografía también es importante realizar un croquis del sitio en el que se incluyan todos los detalles relevantes que uno puede detectar en el terreno y que pueden servir de punto de referencia en el futuro.

Aunque no sea un dibujo artístico es importante que si incluya todos los detalles de referencia y la distancia entre los mismos, a veces el croquis puede ser mas útil un apunte sencillo en el que aparezcan escritos los nombres de los objetos de interés que un dibujo artístico en donde no se encuentre la descripción de los objetos ni se encuentren dimensiones entre los mismos.

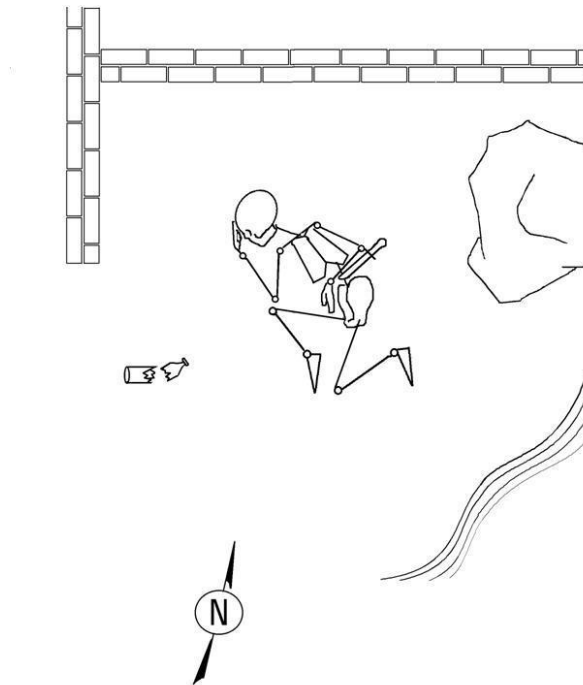
También es muy importante incluir en el dibujo una flecha que nos oriente hacia donde está el norte, con esto podemos siempre ubicar la orientación general del hallazgo lo cual en el análisis posterior en laboratorio nos puede dar datos interesantes acerca del pensamiento y cultura del homicida así como de fenómenos naturales que actuaron sobre el cuerpo.

---

<sup>86</sup> Fondebrider 2001:42

<sup>87</sup> Guzmán 2003:78

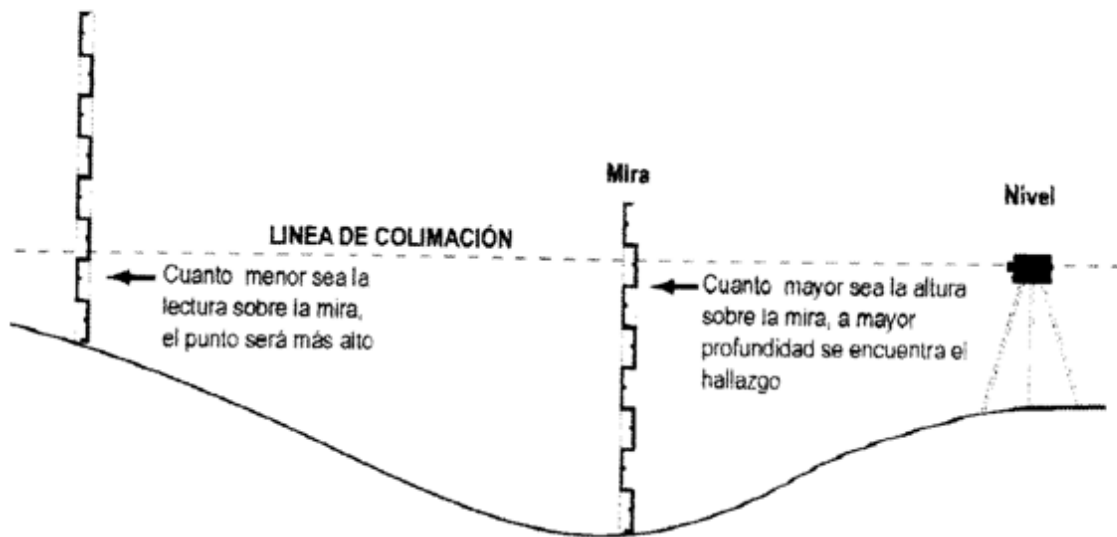




Otro aspecto sumamente importante es el levantamiento de un plano lo cual nos permite reconstruir con bastante precisión las condiciones del terreno antes de la excavación y nos permite documentar algunas alteraciones del terreno producidas por el hombre.

Para levantar un plano del sitio se utiliza el teodolito y los jalones de manera que podemos a partir de un punto fijado por nosotros como punto de origen registrar las diferencias en altura del terreno.

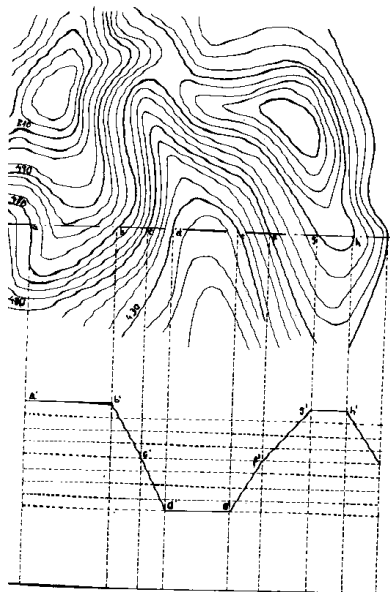
Con el teodolito y las mirillas podemos documentar con precisión las diferencias en las alturas del terreno observando a través del teodolito la altura relativa que tiene cada punto en el terreno a distancias preestablecidas.



### *Documentación de los desniveles del yacimiento.*

Tomado de Domngo 2007: 149

Al vaciar la información nos permita ubicar los puntos y su altura uniando posteriormente los puntos de una altura similar en lo que se conoce como curvas de nivel.

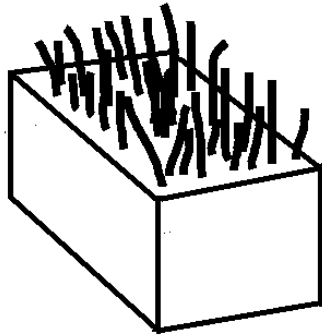


Para aprender a usar el teodolito en Carandini y en Domingo aparecen varias páginas dedicadas a este tema además de muchos tratados de topografía.

Domingo<sup>88</sup> menciona también las estaciones totales como un nuevo método para medir los terrenos que consisten en sistemas modernos que pueden descargar toda la información a una computadora de manera que evita la toma de datos y cálculos para poder elaborar los mapas. Ella misma presenta recomendaciones prácticas para el uso de estos instrumentos tanto en el campo como en el laboratorio.

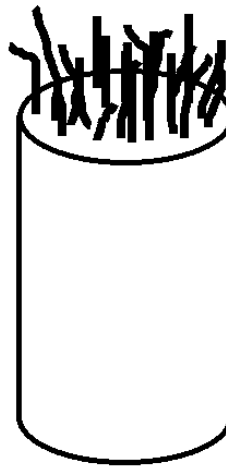
Antes de excavar<sup>89</sup> también es conveniente tomar muestras de tierra tanto por levantado y recorte como por nucleación lo que nos permitirá determinar enviándolas al laboratorio el tiempo que tiene de muerto por análisis botánicos.

## MUESTRAS DE VEGETACIÓN SUPERFICIAL



**RECORTADO Y LEVANTADO**

**SACABOCADOS**



Análisis botánico de la evolución de la vegetación.

Análisis palinológico

---

<sup>88</sup> Domingo 2007: 159-162

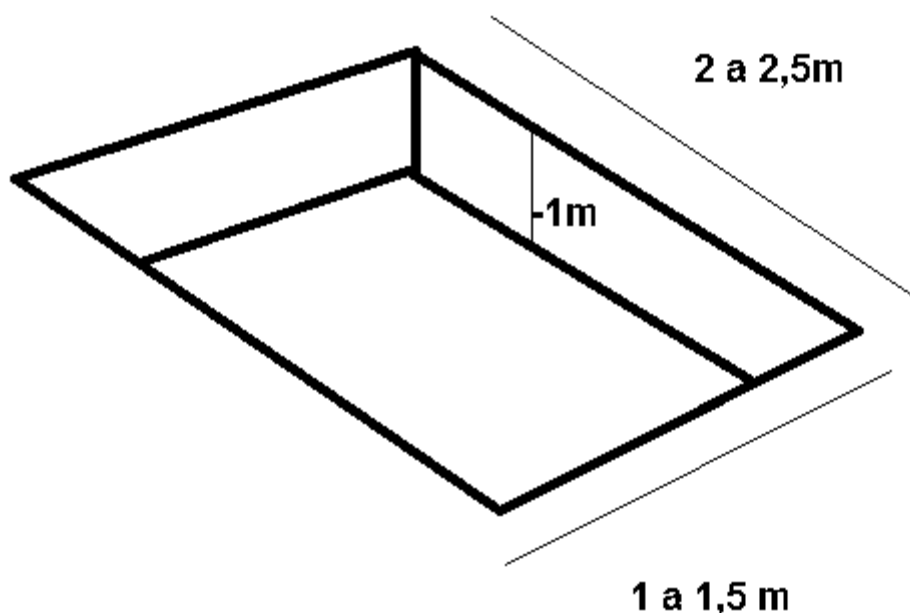
<sup>89</sup> Vázquez 2003:66

## PRINCIPIOS DE LA EXCAVACIÓN

Frondebider nos dice que como paso previo es necesario delimitar nuestra área de excavación con una estaca en cada una de las esquinas unidas por cordel lo que nos permitirá dos cosas importantes por un lado alejar a curiosos y gente ajena al proceso que eventualmente puede contaminar nuestra excavación, por otra parte nos permite fijar un punto 0 que será nuestra referencia para ubicar en el espacio todos los materiales.

Vázquez nos da las dimensiones aproximadas de una tumba teniendo en consideración el tamaño aproximado del cuerpo y la profundidad que se necesita cavar para ocultar un cadáver y sería de dos metros de longitud, por metro y medio de anchura y un metro de profundidad.

### DIMENSIONES DE UNA FOSA INDIVIDUAL



Posteriormente a la delimitación empezaremos en si a excavar en la superficie Calrdini nos dice que se pueden utilizar hasta en algunos casos palas mecánicas para eliminar las capas superficiales aunque obviamente se debe de tener mucho cuidado al excavar para no dañar un posible enterramiento y estar siempre gente pendiente de que lo que se retire son capas estériles.

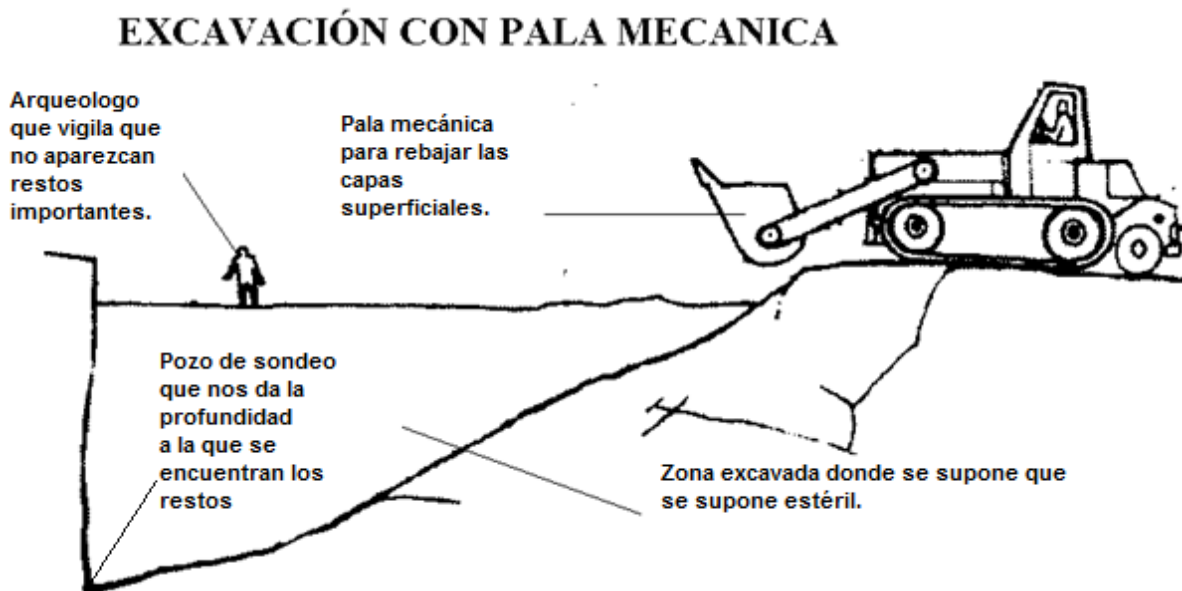
Morales recomienda excavar por capas métricas de 20 a 50 centímetros de espesor para tener un control más fino del material a recuperar<sup>90</sup>.

Es importante para minimizar el riesgo de dañar el entierro hacer catas de sondeo lo cual nos indica la profundidad a la que se encuentran los restos con esto podemos calcular que zona se puede retirar sin peligro de dañar un entierro.

---

<sup>90</sup> Morales 2011:317

Podemos si hemos hecho un pozo de sondeo y sabemos hasta que altura están los restos que nos interesan calcular cuánto puede rebajar la pala mecánica aproximadamente sin dañar nuestro entierro avanzando de esta manera con rapidez<sup>91</sup>.



Si no estamos seguros es mejor utilizar las herramientas manuales que aunque son más lentas para excavar nos permiten tener un control más detallado de lo que va apareciendo.

Dentro del área forense es común que los restos se encuentren a poca profundidad puesto que generalmente el criminal que quiere ocultar un cuerpo lo enterrara a poca profundidad puesto que mientras a más profundidad tardara mas en deshacerse de sus evidencias.

La excavación se debe iniciar con el pico para fracturar la tierra y con la pala para empezar a desplazar la tierra ya aflojada con más facilidad.

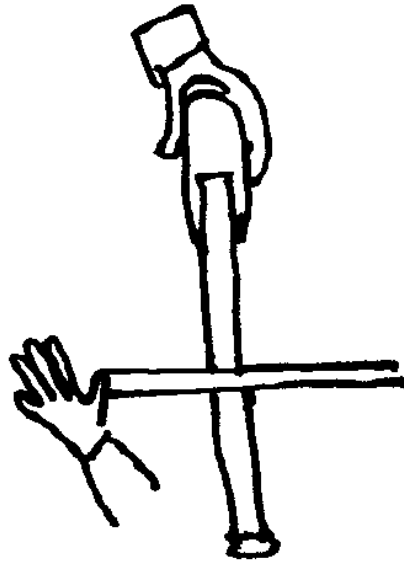
Estas herramientas se deben usar con mucho cuidado puesto que pueden accidentalmente dañar los restos esqueléticos y es más pueden producir fracturas y sobre todo el pico puede producir orificios muy similares a los de bala que pueden confundir con posterioridad el análisis de los materiales en el laboratorio.

Se hace primeramente una zona de sondeo<sup>92</sup> para determinar a qué profundidad se encuentran los huesos realizando un pequeño pozo<sup>93</sup> que dejaremos de excavar cuando encontremos el primer hueso.

<sup>91</sup>Ubelaker 2007:33 y Sánchez 2009-.56

<sup>92</sup> Vázquez 2003:66

<sup>93</sup> Recordar lo que se hablo en el capítulo anterior acerca de pozos de sondeo.



Cuando se encuentra el primer hueso se deben de retirar las herramientas grandes<sup>94</sup> y se debe de identificar que hueso es y su posición anatómica para poder calcular donde se encuentra lo más cercano ya sea el cráneo o los pies para dirigir nuestras acciones hacia ese punto para después excavar en sentido contrario para terminar de liberar el esqueleto<sup>95</sup>.

Estas extensiones se pueden hacer con la pala pero teniendo mucho cuidado de mantener el nivel y de no dañar el esqueleto.

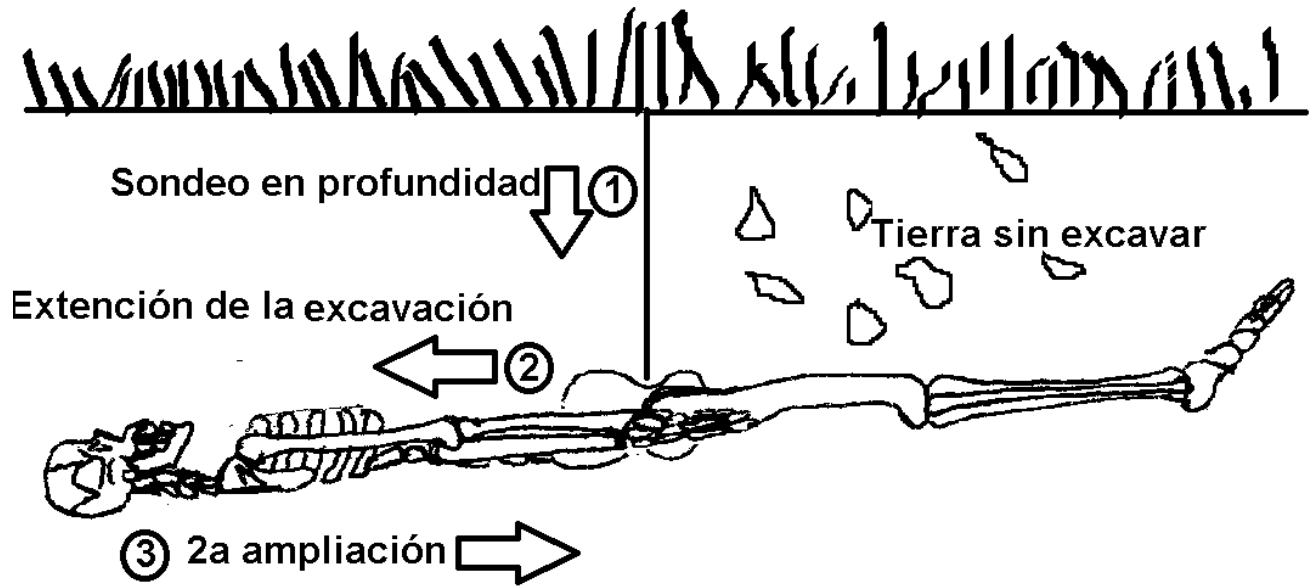
---

<sup>94</sup> Lagunas 2007:35

<sup>95</sup> Romero 1959: 156

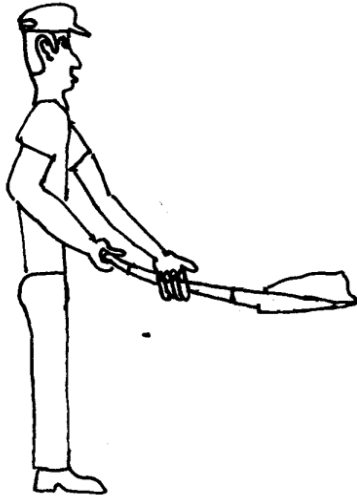
## EXCAVACIÓN DE UNA TUMBA

Superficie de la tumba



También en este momento se deben dejar las herramientas grandes y se debe empezar a excavar con las herramientas pequeñas como son la pala de mano, el recogedor las espátulas, los pinceles y las brochas hasta dejar el esqueleto totalmente al descubierto.

## HERRAMIENTAS PARA EXCAVAR



### CAPAS SUPERFICIALES

Pueden usarse la pala larga y el pico para empezar la excavación teniendo cuidado de lo que emerja a la superficie.

Esto nos permite avanzar rapidamente en las capas que consideramos poco importantes sin embargo no debemos descuidarnos con estas herramientas y debemos abandonarlas en cuanto aparezcan los vestigios.



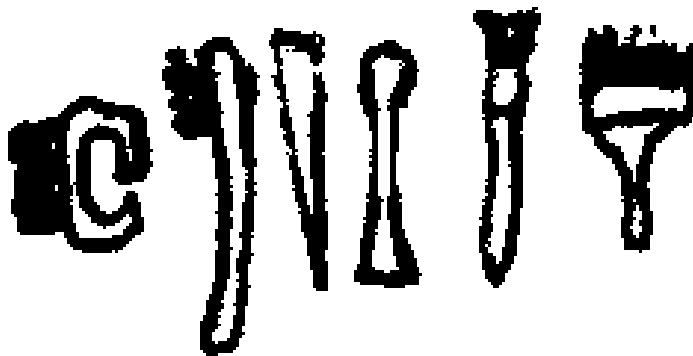
### MUY CERCANO A LOS RESTOS

Se debe de empezar a trabajar con instrumentos finos como palas de mano, brochas, cepillos y agujas.

Se intenta limpiar toda la zona para hacer los dibujos y tomar las fotografías correspondientes.

Se debe valorar el extraer los restos o trasportarlos en bloque al laboratorio para ahi obtenerlos con mas cuidado.

Rodríguez <sup>96</sup>recomienda utilizar instrumentos de plástico, bambú o madera para evitar dañar el esqueleto o bien producir huellas al excavar que nos hagan posteriormente suponer alguna lesión premortem.

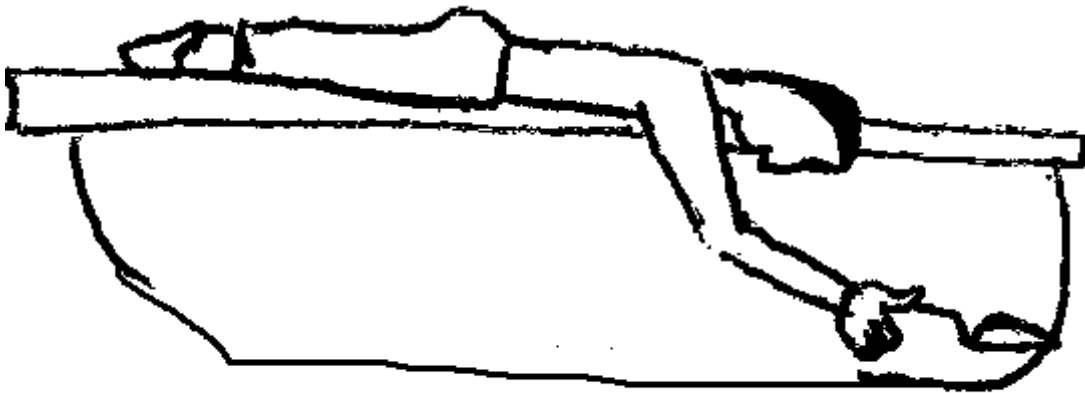


---

<sup>96</sup> Rodríguez 1994:30



Aunque Fondebrider y Morales<sup>97</sup> recomiendan en el caso de que los restos estén a una profundidad considerable colocar tablas sobre los extremos de una fosa de manera que se pueda trabajar con facilidad yo no lo considero muy conveniente puesto que es incómodo trabajar de esta forma, más bien creo que en este caso se puede utilizar una escalera para que el personal que va a excavar llegue a la profundidad necesaria.



En esta etapa no debe extraerse ningún hueso ni debe moverse ningún material relacionado con el entierro, basándonos en el principio de la criminalística de no mover nada hasta que esté debidamente documentado.

Al igual que el entierro pueden aparecer objetos asociados proyectiles, válvulas cardiacas adornos de metal y otros objetos que al igual que el esqueleto deben ser limpiados en el sitio con pinceles y brochas sin moverlos<sup>98</sup>.

Después de limpiar por completo el área del entierro se deben tomar fotografías desde varios ángulos para demostrar todas las características que tenía al ser encontrado así como posibles objetos asociados al esqueleto.

Es importante incluir en las fotografías una pizarra con el número de averiguación previa de tal manera que se pueda reconocer con posterioridad la procedencia del material.

También en este momento es muy conveniente que se realice un dibujo en el que se incluyan todos los elementos que fueron encontrados y su relación que guardan con el entierro de manera que podamos recordar en el laboratorio las relaciones que tenían al ser descubiertos todos los indicios.

---

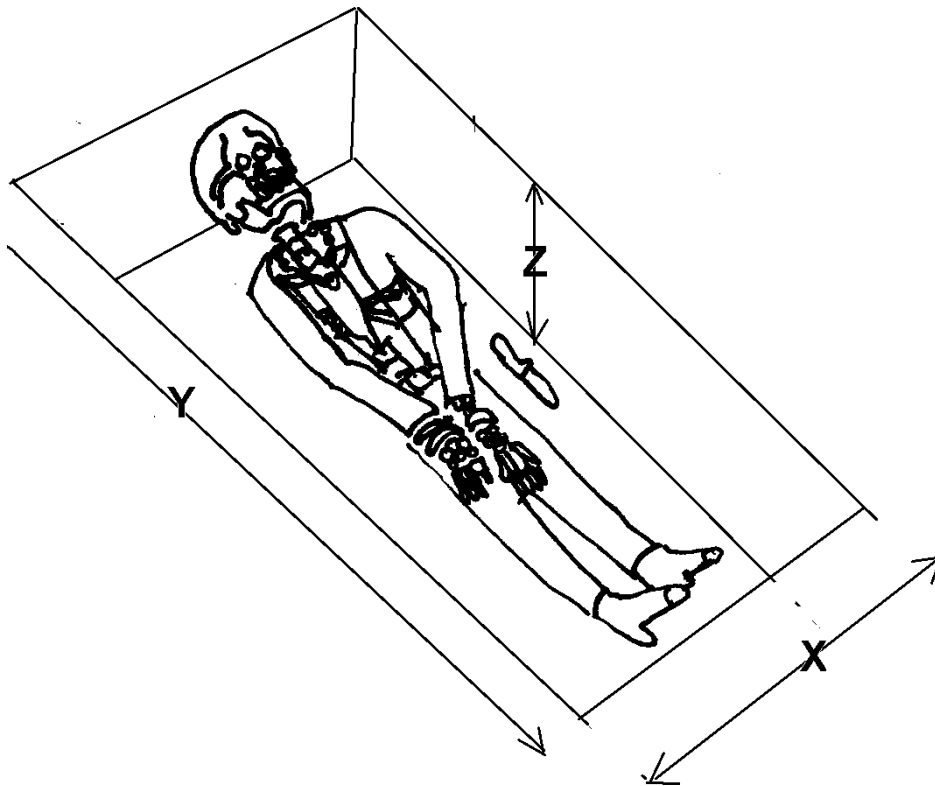
<sup>97</sup> Fondebrider 2002:48 y Morales 2010: 318

<sup>98</sup> Lagunas 2007:35

El tercer método de fijación es el escrito en el que se narra con lujo de detalles el material que fue encontrado en el lugar de los hechos describiendo cada objeto encontrado y la distancia relativa que guarda de nuestro punto de referencia.

Es muy importante en esta narración escrita incluir tamaño, color, forma, si conserva marca y talla puesto que esto será de gran ayuda para la identificación posterior de la persona.

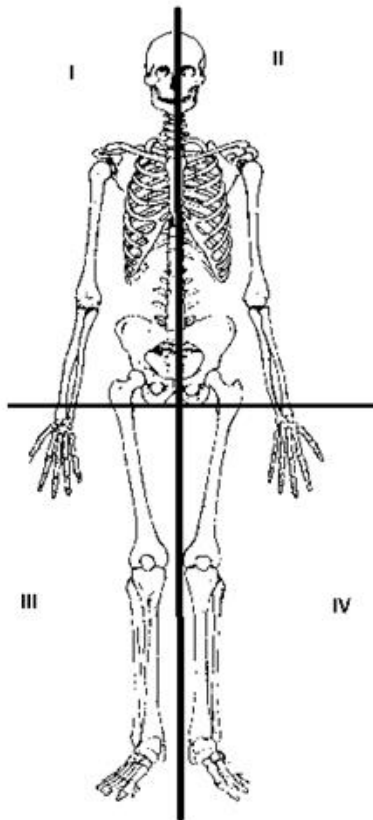
## **LAS CORDENADAS CARTESIANAS NOS PERMITEN LOCALIZAR DIFENETES OBJETOS EN UNA EXCAVACIÓN ARQUEOLOGICA**



Terminando esta etapa de fijación pasamos en si a la extracción del esqueleto y sus indicios relacionados para lo cual Vázquez recomienda que trabajen tres o cuatro investigadores dividiendo en cuatro partes el entierro. Las dos mitades y una parte superior y otra inferior.

Cada uno de estos cuadrantes debe ser excavado por una persona diferente que vaciara su tierra en una cubeta de color diferente de esta manera cuando se cierna la tierra para recuperar algunos indicios pequeños como dientes o proyectiles se sepa por lo menos de que cuadrante procede y nos ayuda a tener idea de donde procede aunque el excavador no se haya dado cuenta por la pequeñez de los indicios.

#### EXCAVACIÓN FORENSE DE ENTIERROS

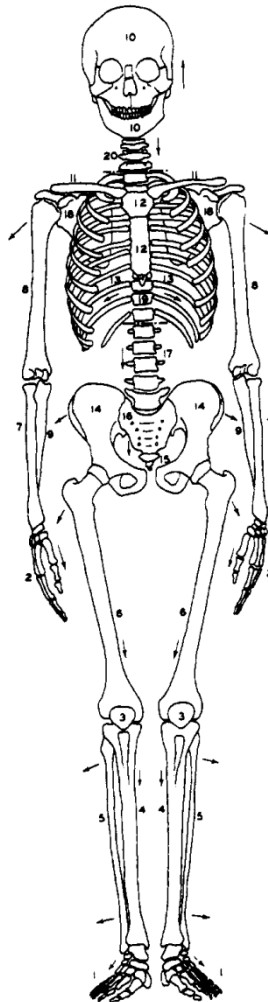


Secciones para excavar un esqueleto se debe dividir el esqueleto en cuatro secciones para las que es conveniente usar una cubeta de diferente color y cernir toda la tierra para que se pierda ningún indicio.

Los huesos se retiraran en un orden preestablecido de manera que se conserve en las mejores condiciones y no se destruyan o deterioren.

En la figura siguiente presento el orden en el que se debe excavar cada uno de los huesos del esqueleto propuesto por Newmam y que reproduce Galera<sup>100</sup>.

## SECUENCIA PARA EXCAVAR UN ESQUELETO HUMANO



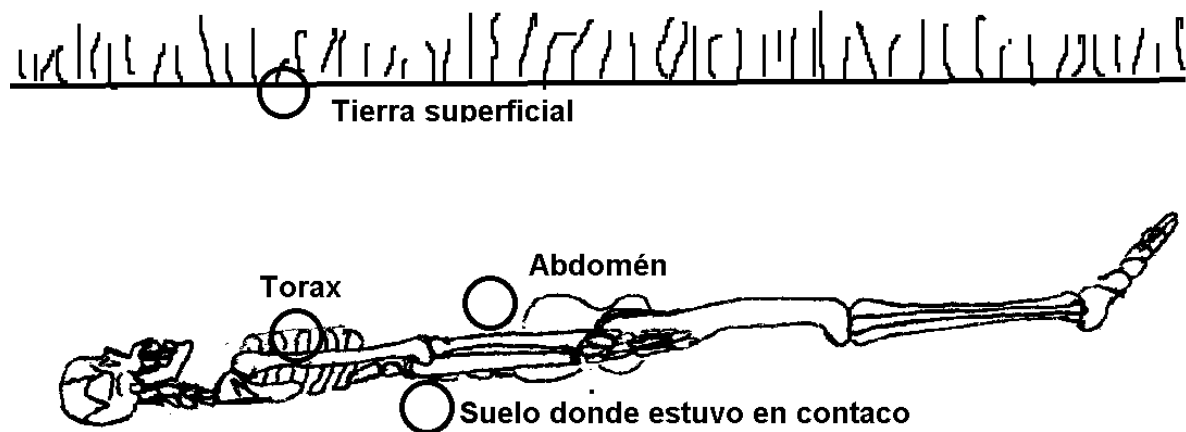
<sup>99</sup> Romero 1959: 165 Vázquez 2003:169

<sup>100</sup> Galera 2005: 140

Además de retirar los huesos se deben de tomar muestras de la tierra del tórax y de la región abdominal y de unos cuantos centímetros por debajo de donde estuvo reposando el cuerpo además de que se deben recoger los insectos así como larvas y huevos si están sobre el cuerpo o en el esqueleto. Esto permitirá posteriormente al analizar en el laboratorio dichas muestras obtener información muy útil para la investigación criminal.

Es importante que sigamos excavando debajo del nivel al que fueron encontrados los restos 4 o 5 centímetros más y también cernir esta tierra esto nos permitirá por una parte encontrar indicios que por procesos naturales se cayeron dentro del cadáver por un lado y por el otro nos permitirá asegurarnos de que no se encuentra más material abajo del cuerpo u otro entierro.

## MUESTRAS A TOMAR EN UNA EXCAVACIÓN



Para terminar esta secuencia se debe ir embalando el material recuperado de manera que este material sea trasladado a los laboratorios sin que sufra daño por una parte y por otra para que se garantice la cadena de custodia y la originalidad de los materiales que son extraídos.

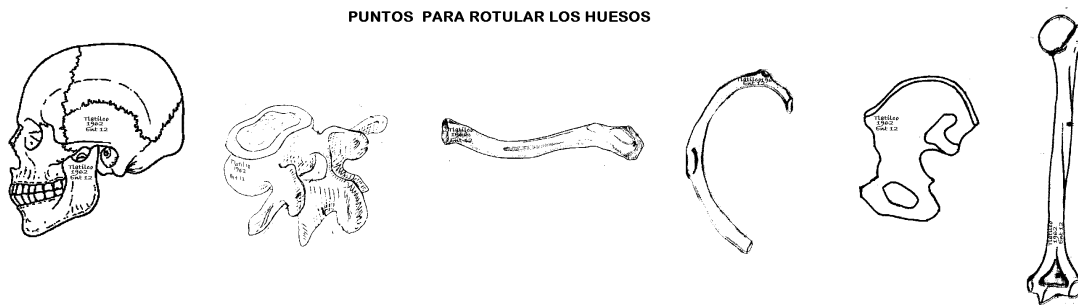
Si existe personal suficiente en el sitio se pueden lavar los huesos en el campo en una cubeta con un cepillo de dientes y agujas de disección para ir aflojando la tierra que este contiene.

Posteriormente al lavado se deben dejar secar a la sombra o en un horno de secado para proceder a embalar los huesos cuando ya estén totalmente secos de otra manera se corre el riesgo de que se deteriore el embalaje y que se empiecen a hongar.

Lo que si es conveniente que los restos esqueléticos sean rotulados desde el campo antes se utilizaba la plumilla con manguillo y la tinta china para rotular los huesos sin embargo en la

actualidad existen rotuladores de tinta china de punto fino, que originalmente fueron diseñados para dibujo técnico y arquitectura que se pueden utilizar para marcar los huesos.

Por norma general se rotulara el cráneo en el temporal izquierdo así como la mandíbula en el mismo lado en su rama ascendente, los huesos largos en su tercio distal, las vértebras se marcaran en su cuerpo, las costillas en el lado interno de su cabeza, las clavículas en su tercio distal.



Es importante mencionar que si bien en la mayoría de los casos los huesos se encuentran en adecuado estado de conservación y pueden ser fácilmente extraídos de la tierra en algunas ocasiones se encuentran huesos muy frágiles en cuyo caso se necesita realizar dos acciones para preservar el esqueleto, la primera es la consolidación in situs aplicándoles alguna sustancia para endurecer el hueso y la segunda es el transporte en bloque al laboratorio para en ese sitio ir liberando los huesos con más cuidado.

La preservación in situs<sup>101</sup> se realiza con diferentes pegamentos los cuales son preparados a diferentes concentraciones disolviéndolos con acetona<sup>102</sup>, por la reacción química que esto implica Isidro recomienda utilizar recipientes de cristal, los cuales deben de permanecer tapados cuando no se usen puesto que pueden vaporizarse con facilidad por la acetona y variar su concentración.

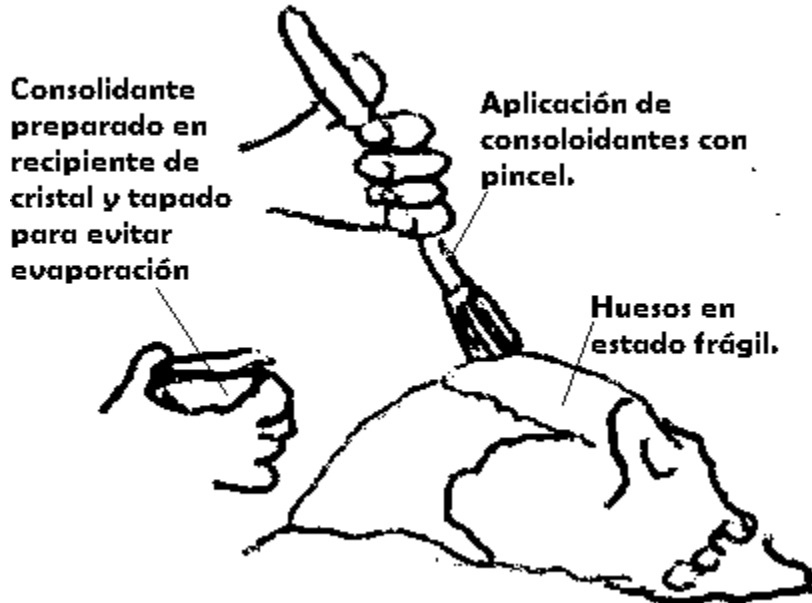
Los consolidantes se pueden aplicar de dos maneras diferentes, la primera es con una brocha o pincel.

---

<sup>101</sup> Isidro 2002:27

<sup>102</sup> Ubelaker 2007:60

## APLICACIÓN DE CONSOLIDANTES



La segunda forma es el engasado<sup>103</sup> en el cual se embeben gasas en la solución y se aplican tantas capas como sea necesario para cubrir los huesos que se necesita endurecer porque están fracturados o porque interesa mantenerlos unidos para su estudio posterior en el laboratorio.

El engasado solo se puede aplicar cuando los huesos están secos.



Otra forma sería la extracción en bloque, para hacer esto se excava alrededor de los restos óseos dejando una zona de seguridad para no perder evidencias.

Posteriormente se cubrirá con papel aluminio o plástico aunque Romero menciona que se puede poner una capa de yeso esto no es conveniente puesto que primero una capa de este material es muy pesada y si los huesos están frágiles puede terminar aplastándolo, además de

---

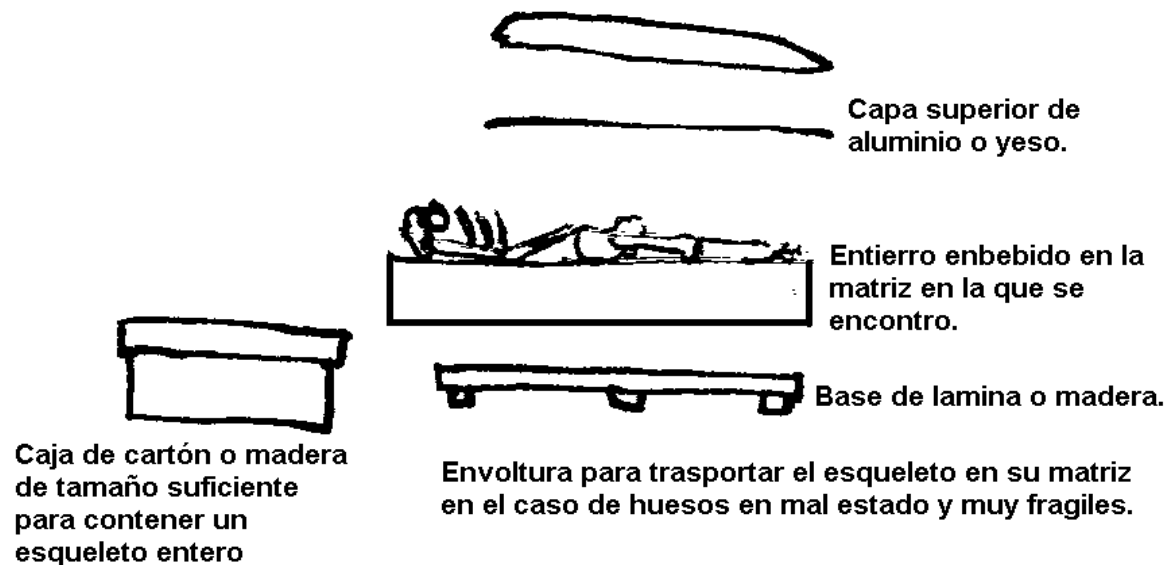
<sup>103</sup> Isidro 2002:28

que por su naturaleza química tan agresiva puede destruir el esqueleto ya de por si frágil además de generar calor lo cual también daña el hueso<sup>104</sup>.

Para darle más solidez a esta matriz es conveniente meter por debajo de esta una base de madera o de metal.

Para terminar esto se ponen cintas para flejar todo nuestro entierro y poderlo trasportar con confianza al laboratorio.

## EMBALAJE DE ESQUELETOS



Ahora si regresemos a los huesos en buen estado de conservación que pueden ser embalados en cajas individuales de cartón o madera<sup>105</sup> de las cuales se debe usar una para cada individuo o bien en el caso de osarios se pueden usar cajas para cada unidad ósea de manera que tengamos cajas de cráneos, de tibias de fémures etc<sup>106</sup>.

Los entierros completos Ubleaker<sup>107</sup> recomienda separarlos en tres bolsas antes de embalarlos, el cráneo con la mandíbula pueden ser colocados en una esquina y se puede para

<sup>104</sup> Isidoro 2002:28

<sup>105</sup> El material de las cajas está en constante discusión si bien es cierto que la madera es mucho más resistente a golpes accidentales es también más voluminosa y difícil de trasportar en cambio el cartón es más ligero y se puede llevar la caja desarmada.

<sup>106</sup> Brothwell1987:20

<sup>107</sup> Ubelaker 2007:61



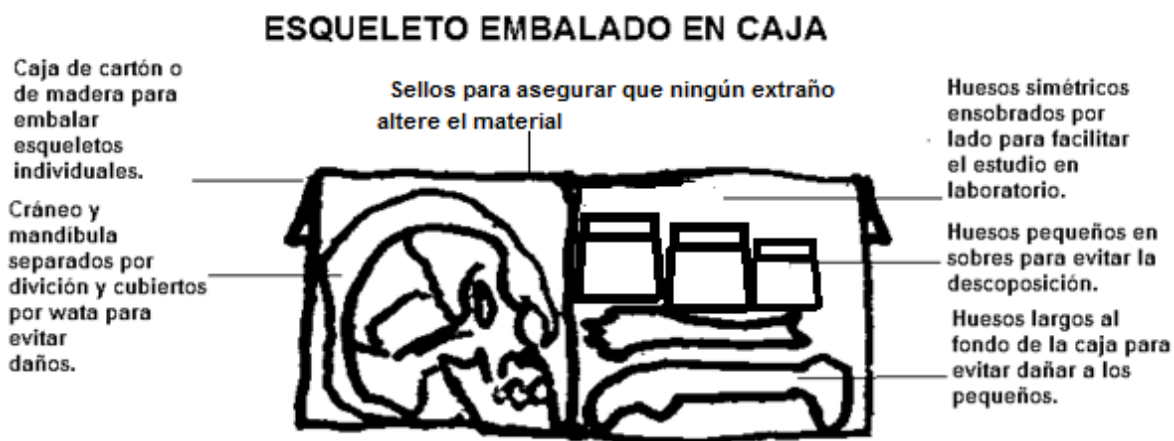
mayor la protección<sup>108</sup> si se pone wata o algodón de manera que se evite el movimiento accidental dentro de la caja y el choque con otros huesos.

Los huesos largos deben colocarse al fondo de la caja de manera que por su peso no dañen el resto del esqueleto.

Los huesos simétricos se guardan en bolsas de papel debidamente rotuladas en el exterior con los datos como sitio de donde se extrajeron, nombre del arqueólogo, averiguación previa etc. Además debe contener un rotulo que explique el contenido de cada bolsa por ejemplo huesos de la mano derecha y cerradas con doblez en la parte superior.

Si bien era más cómodo el uso de bolsas de plástico esto no es lo más conveniente puesto que muchas veces conservan más la humedad más que las bolsas de papel lo cual puede hacer que los huesos se hagan más frágiles y el segundo problema que se puede presentar es que pueden desarrollarse esporas de hongos en los mismos ocasionando graves problemas de salud a los investigadores en el laboratorio.

Es conveniente también para cumplir con la cadena de custodia que las cajas ante de ser transportadas sean selladas con tiras de papel oficial firmadas tanto por el arqueólogo como por el oficial encargado de recibir los huesos de esta manera se puede asegurar durante el proceso judicial que no hubo manipulación externa, ni sustracción de algún indicio significativo.



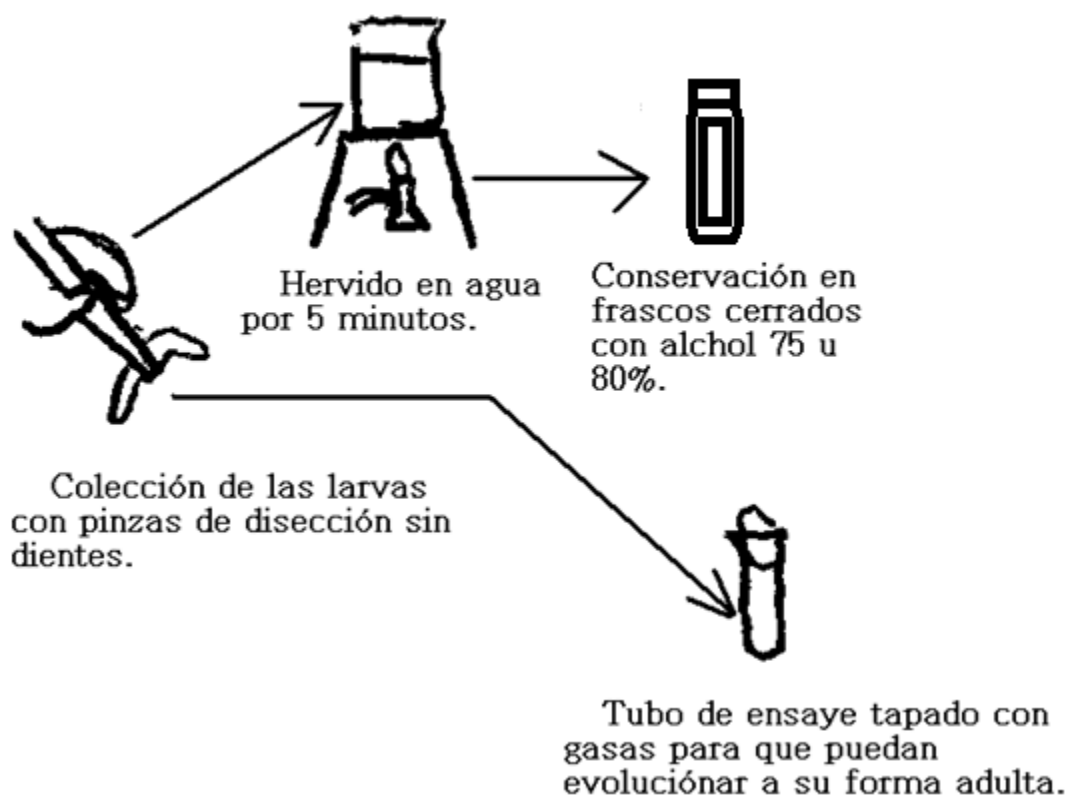
Además de los esqueletos se deben también embalar adecuadamente otros materiales asociados como pueden ser flora y fauna cadavérica, muestras de tierra, proyectiles, y restos de ropa los cuales son muy importantes para la investigación de laboratorio.

<sup>108</sup> Aunque Ubelaker simplemente menciona ponerlos en una caja el autor ha aprendido a separarlos con una división de cartón y la colocación de la wata para mayor protección.

Vázquez<sup>109</sup> y Raffo mencionan dos técnicas de colección y preservación de fauna cadavérica por un lado en los que conocemos y solo queremos identificar a los podemos recoger con pinzas de disección sin dientes ponerlos a hervir 5 minutos en agua caliente y enviarlos al laboratorio de entomología en alcohol en un frasco con tapa debidamente rotulado.

Si los especímenes están en estado inmaduro se pueden conservar en tubos de ensayo tapados con una gasa para dejarlos evolucionar a su forma adulta y de esta manera identificarlos posteriormente.

## RECOLECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LARVAS



Otro punto importante es de donde se van a tomar las muestras puesto que esto es muy importante para poder determinar con mayor precisión el cronotatodiagnostico.

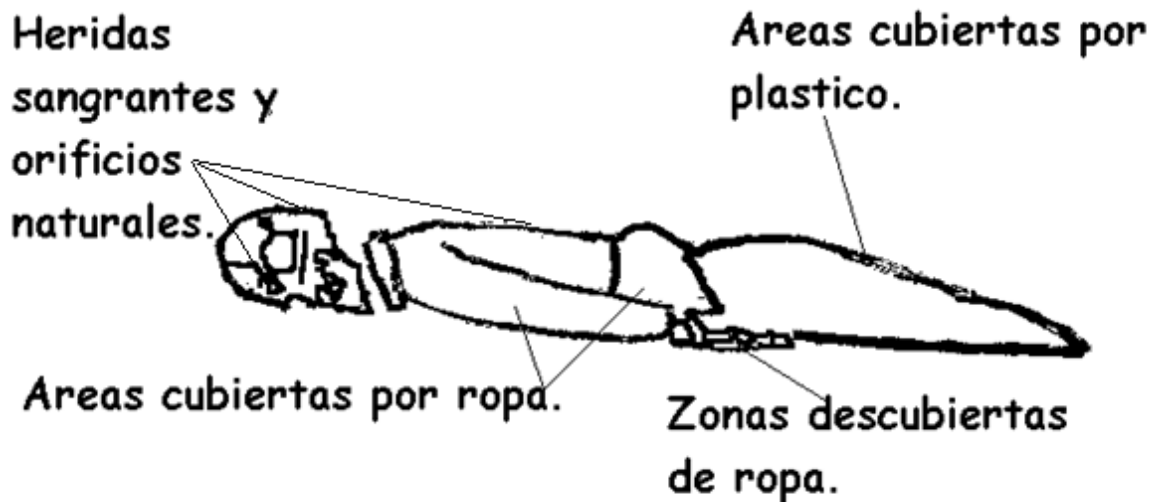
En cadáveres en estado de putrefacción se pueden tomar de cuatro sitios diferentes que son primeramente zonas descubiertas de ropa, zonas cubiertas de plástico zonas cubiertas de ropa y por ultimo zonas de heridas y orificios naturales.

<sup>109</sup> Vázquez 2003:118-9 y Raffo s/f:163

Como es obvio en un cadáver en reducción esquelética es muy difícil juntar estos cuatro sitios sin embargo si se pueden tomar de aéreas cubiertas por plástico y del esqueleto anqué si se puede encontrar área cubierta por ropa.

Reverte<sup>110</sup> también menciona que puede existir polución de insectos en zonas que correspondieron a una herida, esto es muy interesante puesto que si encontramos concentración de insectos en el antebrazo o en los huesos de la mano puede indicarnos que el cuerpo tenía una herida en dicha región.

## LUGARES ADECUADOS PARA COLECTAR INSECTOS



Las balas deben de recogerse con pinzas es conveniente en esta ocasión que tengan protectores de goma para no dañar el proyectil o alterar el rayado natural de la bala para embalarlas en pequeñas cajas de cartón envueltas en algodón<sup>111</sup>.

---

<sup>110</sup> Reverte 2009:11

<sup>111</sup> Gutiérrez 1999:55

## BALAS Y CASQUILLOS

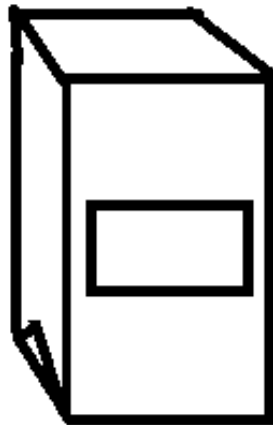


Colectados con pinzas con gomas protectoras  
envalado en cajitas con algodón,

Galera <sup>112</sup> nos dice que se pueden recuperar algunas veces pequeños fragmentos de ropa o de objetos de piel como billeteras o zapatos, estos pueden ser usados para identificar a la persona los cuales deben ser embalados en bolsas de papel debidamente rotuladas y las cuales se deben sellar en el borde superior.

---

<sup>112</sup> Galera 2005:138



## USO DE HERRAMIENTAS

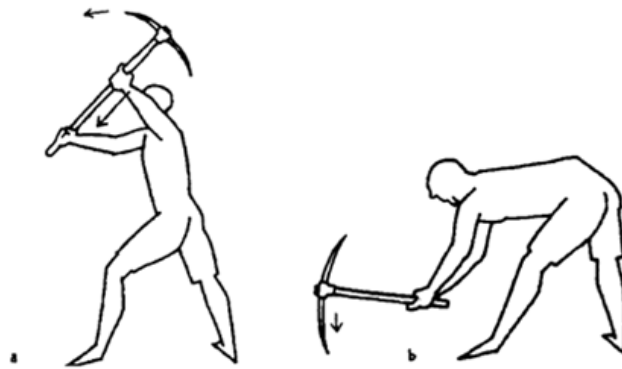
Si bien en líneas anteriores hemos hablado de las diferentes herramientas utilizadas en la excavación arqueológica es importante saber cómo se usa cada una para poder tener provecho de sus características.

Primeramente tenemos que hablar del pico que es una herramienta que contiene punta y un mango largo y se utiliza principalmente para fragmentar la tierra y empezar a excavar puesto que muchas veces la tierra bien compacta opone mucha resistencia a ser excavada.

Esta herramienta se puede usar de dos formas diferentes por un lado como elemento ligero para empezar a excavar y la otra es aprovechar el peso del elemento para cargarlo por arriba de los hombros y llevarlo hacia abajo con gran fuerza.<sup>113</sup>



Uso «ligero» del pico (en lugar de la alcotana).



Tomado de Calandrini 1997:175

La pala es la segunda herramienta que nos menciona Carandini y que también nos menciona dos tipos diferentes de este elemento por un lado la pala mediterránea que se trata de una pala con punta mientras que la pala cuadrada tiene un borde recto romo.

---

<sup>113</sup> Carandini 2007: 175

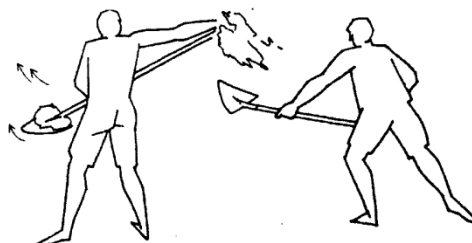
## USO DE LAS PALAS



Introducción de la pala bajando un poco el cuerpo.



Levantamiento aprovechando el peso de la pala con la tierra en el centro de la misma y dándole balanceo.



Paleo mientras mas cercana este la mano de la pala mas lejos impulsara la tierra.

Mientras mas seco sea el movimiento la tierra se mantiene mucho mas compacta.



Hincado en la tierra aprovechando el peso de la pala apoyando sobre la rodilla izquierda



Balanceo hacia atrás para lanzar la tierra hacia adelante.



Lanzamiento de la tierra mientras mas cercana este la mano mas lejos llegara la tierra.

Modificado de Carandini 1997:176-7

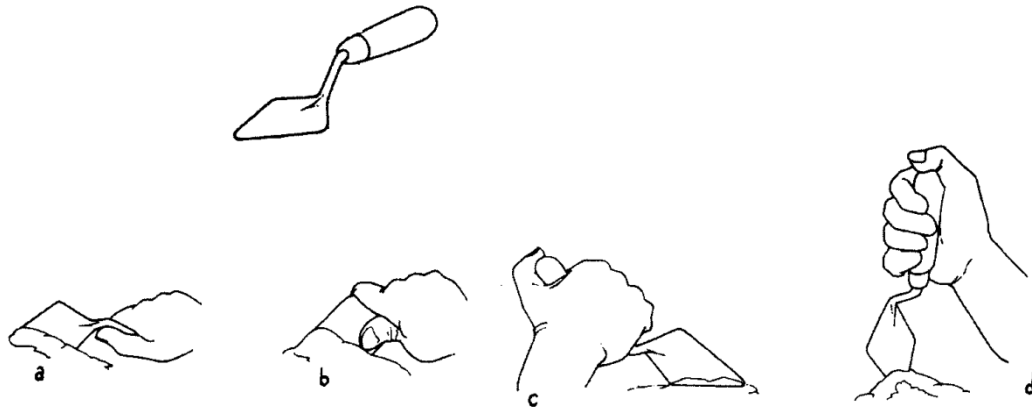
La cucharilla de mano también es muy importante puesto que nos permite excavar muy cerca de los entierros en sí y detalles del terreno.

Las mejores cucharillas tienen una longitud de 10 centímetros y deben estar hechas de una sola pieza.

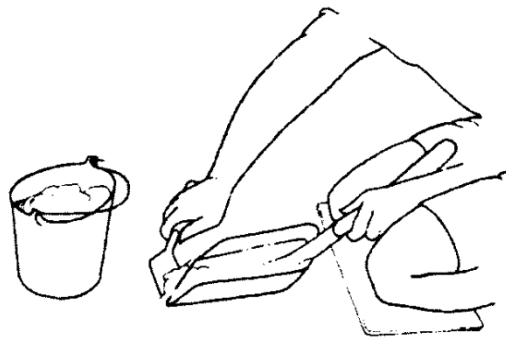
Esta herramienta se puede usar de modos diferentes para los variados usos que se les puede dar.

Se pueden utilizar con la punta o el canto para extraer un sedimento utilizando la primera si se trata de un sedimento compacto y duro siendo más conveniente utilizar el canto si se trata de un sedimento suave o el material contenido es muy frágil.

## LA CUCHARILLA Y SUS USOS



Al utilizar la cucharilla es conveniente que tengas presente al excavar ir trayendo la tierra hacia ti y sitúes está en la zona no excavada y también es muy útil que al ir excavando vayas recogiendo la tierra en un recogedor que a su vez lo puedes ir vertiendo en un balde para que este sea cernido posteriormente.

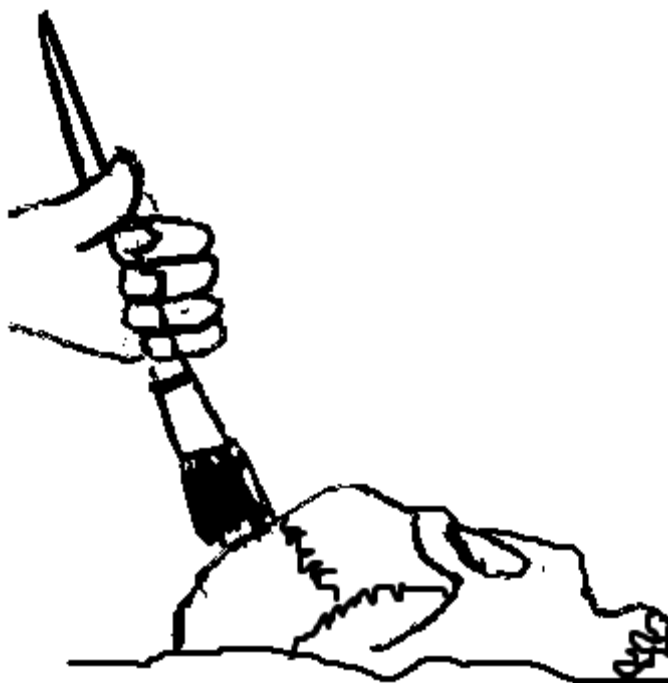


Uso de la alfombrilla para proteger las rodillas y movimiento de la mano con la *trowel* para llevar la tierra al recogedor, que se vacía después en el cubo.

Los pinceles y las brochas se utilizan para terminar de limpiar los enterramientos para la toma de fotografías es necesario que el esqueleto este totalmente limpio para documentarlo puesto que de lo contrario la misma tierra depositada sobre el no permite observar al mismo.



También Domingo<sup>114</sup> nos recomienda en caso de que los huesos estén muy frágiles utilizar el pincel junto con el recogedor para levantar el entierro sin destruirlo tanto.



Las cribas y el bidón de flotación son dos elementos que nos permiten recuperar indicios muy pequeños que por su tamaño pasan inadvertidos en el momento de la excavación y son cargados en las palas sin darnos cuenta de su existencia, también si tienen mucha tierra adherida pueden pasar como parte de las muestras de terreno y nunca ser percibidos a simple vista<sup>115</sup>.

Estos instrumentos trabajan con el principio de que al pasar la tierra por una serie de mallas o redes estrechas los granos de tierra irán pasando pero objetos mas grandes pueden detenerse y volverse visibles quedando atrapados en la trama de el instrumento por lo que es obligatorio cernir toda la tierra para que no queden indicios pequeños pero importantes para la investigación escondidos o sean desechados junto con el resto de la tierra.

Existen varios modelos de cribas pero todas están conformadas por un fondo de tela de malla de diferente grosor y un bastidor que contiene tierra, existen pequeños de mano con el problema de que si se va a pasar mucha tierra será muy tardado el proceso por eso a veces se utilizan instrumentos de mayor tamaño para procesar con mas celeridad grandes cantidades de tierra.

---

<sup>114</sup> Domingo 2007:197

<sup>115</sup> Morales 2010:317

## TIPOS DE CRIBAS



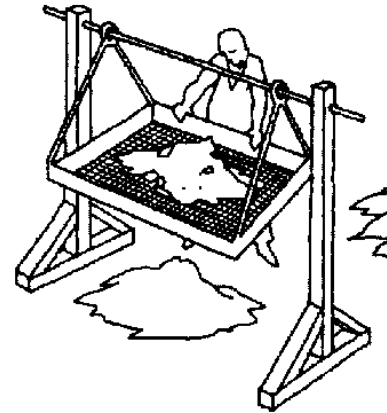
### DE MANO

Pequeña muy útil para pequeñas excavaciones presenta el problema de que por su tamaño procesa muy lentamente el material.



### DE PARRILLA

Muy útil para dejarla estacionada en una zona adecuada aunque tiene el problema de que procesa poco volumen.



### DE SUSPENCIÓN

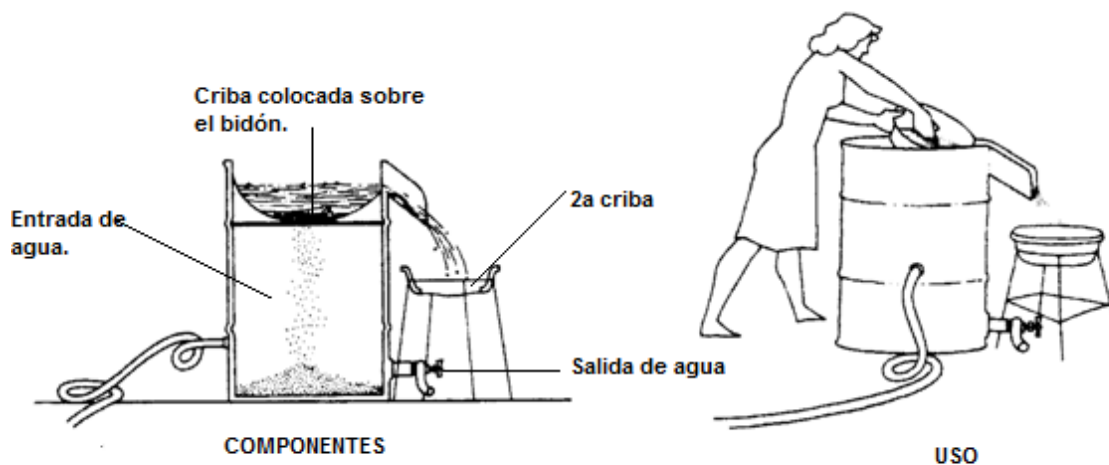
Diseñada para cribar gran cantidad de material tiene la desventaja de que por su tamaño es difícil de transportar.

El bidón de flotación nos permite recuperar materiales muy pequeños como granos de polen o restos de semillas que no son fáciles de detectar aun con la tierra cribada motivo por el cual se debe en los casos posibles aplicar la flotación.

A diferencia del cribado utiliza el agua para poder separar fragmentos aunque al igual que esta utiliza cernidores de diferente grosor de malla.

Obviamente se va vertiendo la tierra a flotar en el bidón que ya contiene mallas de diferentes tramas para ir separando materiales por el tamaño de la malla y se agita la tierra con la mano para terminar de poner una criba que recibirá los sedimentos y obviamente nos permitirá retener indicios muy pequeños.

Se sacan las cribas y se dejan secar para recuperar los materiales retenidos.



Modificado de Carandini 1997 :182

Domingo<sup>116</sup> sugiere embalar las muestras así recuperadas en malla que puede ser la misma que se utilizó para armar el bastidor cuando no se trate de cribas ya armadas.

Esto permitirá que se vayan secando paulatinamente los restos así recuperados, obviamente es necesario que estos fragmentos de malla estén debidamente cerrados con una etiqueta para evitar su pérdida, la etiqueta debe ser de material perdurable y rotulada con marcador indeleble de manera que no se pierda la información ni se dañe el indicio al estar en contacto con el papel y su acidez.



<sup>116</sup> Domingo 2007:205-6

## EL SITIO EN SI

Toda excavación arqueológica necesita tener áreas específicas para diferentes funciones aun en los sitios pequeños debe existir estas partes.

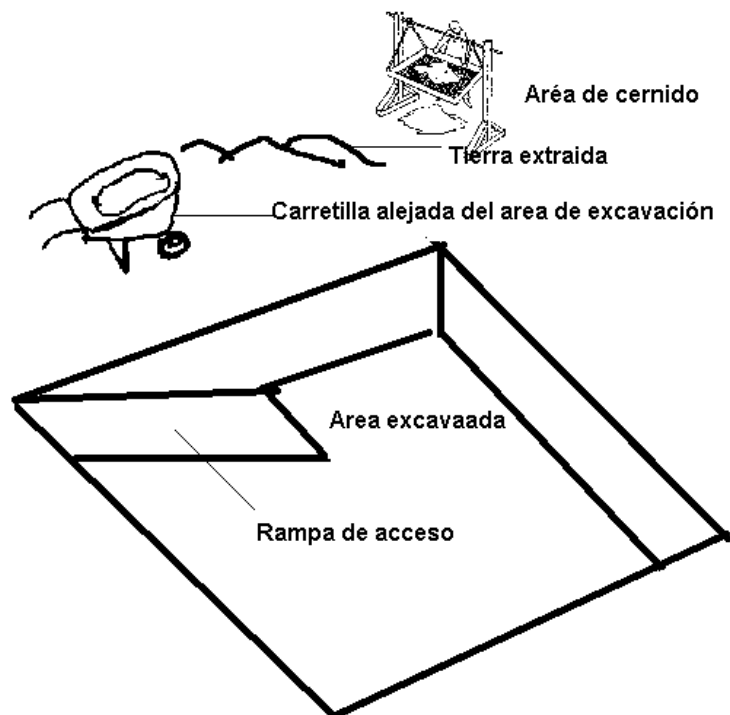
Es importante que al excavar se deje una zona de acceso a la profundidad excavada para poder accesar es conveniente dejar una rampa que sería utilizada no solo para accesar sino también para poder trasladar las carretillas de tierra.

Ahora las carretillas de tierra deben conservarse a cierta distancia del área de excavación para evitar que caiga tierra y extraída de nuevo a la excavación.

Morales<sup>117</sup> recomienda que cada estrato debe colocarse un montículo de tierra independiente de manera que después de excavar se puede analizar cada uno por separado.

También es importante mantener una aérea de cernido el cual se debe pasar la tierra con el objetivo de encontrar pequeños restos que pueden ser localizados por esta técnica.

### AREAS DE UNA EXCAVACIÓN



---

<sup>117</sup> Morales 2011:317

## **FIJACION**

Al mismo tiempo que se excava se debe ir documentando o fijando todo el trabajo puesto que es la única forma de poder reconstruir en el laboratorio la situación en la que se encontró el material.

Además de esto dentro de las ciencias penales no solo es importante la reconstrucción que necesita hacer el arqueólogo sino que tiene que presentar ante un tribunal pruebas de su actuación lo que hace más exigente la documentación de los hallazgos.

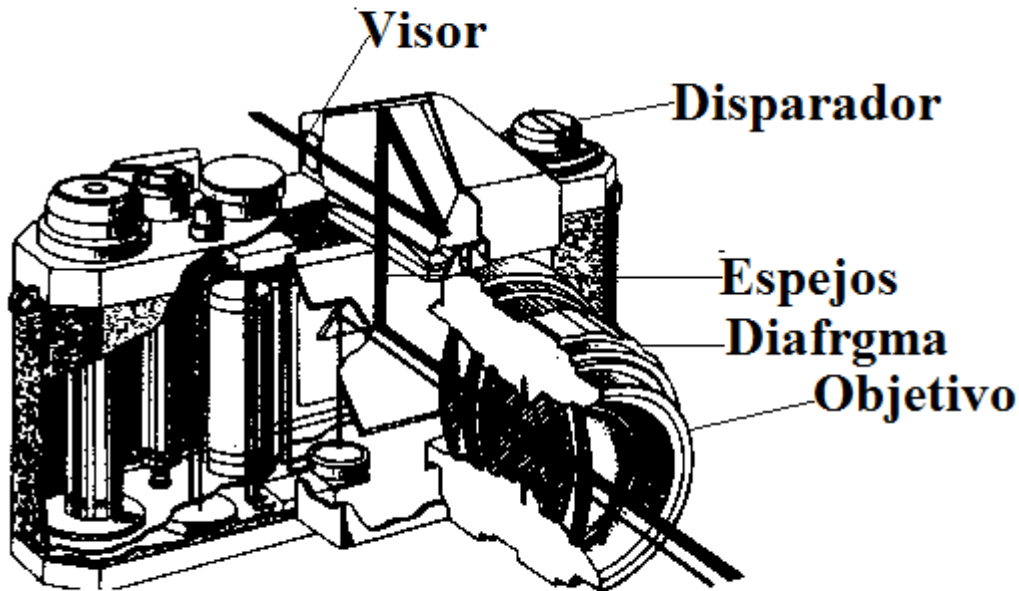
Tradicionalmente en la criminalística existen varios métodos de fijación, dentro de los que destacan la fotografía, el dibujo, la fijación escrita y el modelado, obviamente esta última se aplica poco en arqueología forense pero las tres primeras deben aplicarse.

La fotografía es la primera técnica de fijación para la cual es conveniente contar con dos cámaras por un lado una cámara digital que tomara las fotografías y se visualizan inmediatamente además de poderlas almacenar directamente en una computadora de manera que estas fotografías garantizan la presencia de un indicio fijado y se sabe que calidad tiene la fotografía no se necesita el revelado para saber que fotografías nos quedaron fuera de foco o subexpuestas.

La cámara de película tiene la ventaja de que produce fotografías con una definición que no se obtiene con las cámaras digitales además de que nos permiten ampliar mucho la imagen sin que se deforme, el problema que presenta es que no se puede saber con certeza la calidad de la imagen hasta que se revela y en ocasiones el arqueólogo toma varios rollos de película para darse cuenta de que su cámara fotográfica está mal al mandarlos revelar.

Se analógica o digital la cámara debe ser una profesional que por lo menos que contenga un sistema SRL lo que nos permitirá visualizar en el visor la imagen e impresionar gracias a un sistema óptico adecuado además de tener los accesorios básicos necesarios para tomar las diferentes fotografías

# CAMARA SRL



Además del sistema óptico debe tener un flash independiente que se pueda inclinar para poder tomar fotografías con luz difusa, además de que se les deben poder adaptar lentes y debe poder sostenerse en un trípode.

Las cámaras contienen dos elementos claves para poder tomar fotografías adecuadas por un lado la velocidad de obturación y por el otro el diafragma, el primero es el tiempo que impresionará la luz la película medido en fracciones de segundo y el segundo determinará la cantidad de luz que entra que es el diafragma mientras más cerrado será mayor el área de exposición o profundidad de campo<sup>118</sup>.

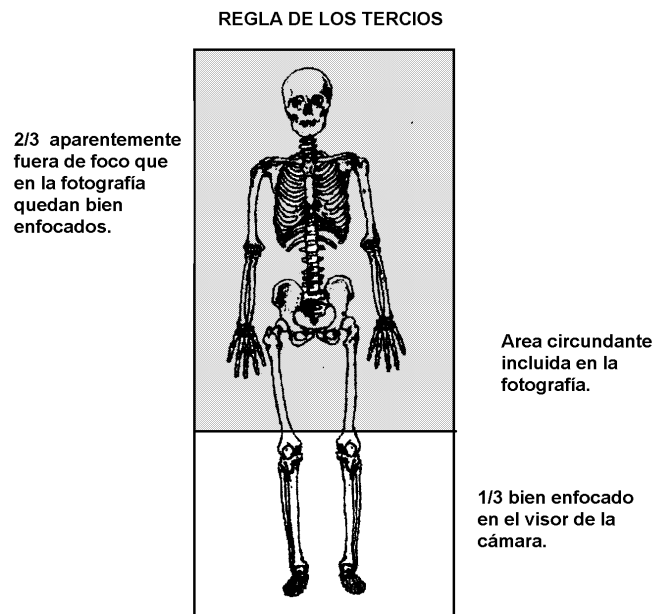
El juego entre ambas permitirá tomar fotografías con una exposición correcta, generalmente en las fotografías arqueológicas estamos fotografiando objetos fijos motivo por el cual se pueden usar tiempos largos de exposición.

Se debe de jugar mucho y se deben de tomar varias fotos a diferentes aperturas de diafragma y a diferentes tiempos de exposición para tener las mejores fotografías, en arqueología tenemos que tener siempre presente que lo que no hagamos antes de destruir nunca lo vamos a recuperar por lo cual es mejor ya revelando desechar fotografías que no creamos óptimas que omitir tomar fotografías y después darnos cuenta de que las fotografías están fuera de foco.

---

<sup>118</sup> Domingo 2007:341

Para enfocar adecuadamente existe la regla de los tercios que propone que se enfoque con nitidez la tercera parte inferior aunque parezcan desenfocados los dos tercios distantes de esta manera al revelar la fotografía quedara todo enfocado.



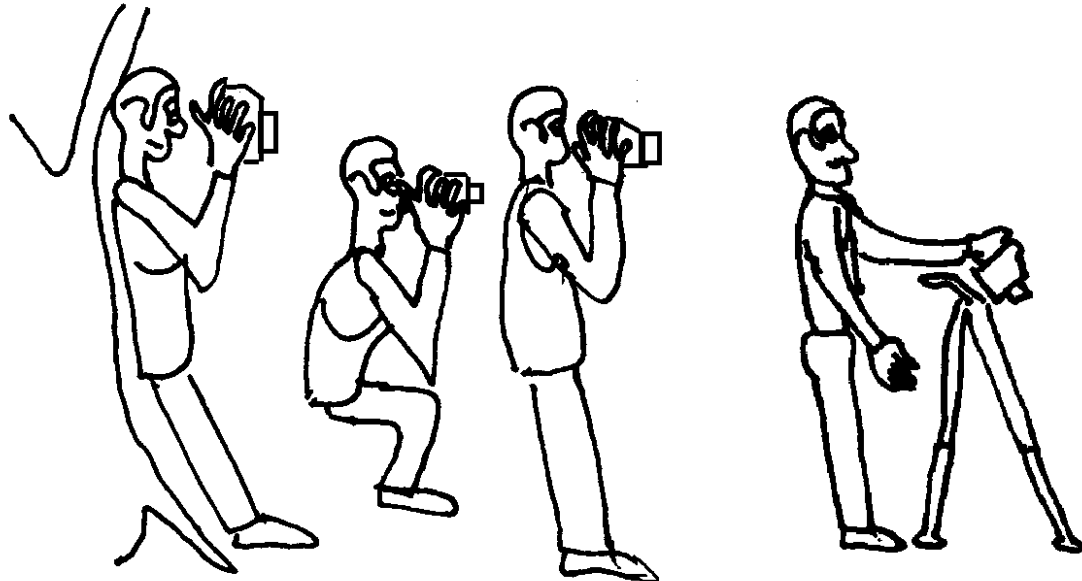
Asunto importante es que posición debe tomar el fotógrafo para tomar sus impresiones puesto que es fundamental para tomar buenas fotografías, Domingo nos recomienda algunas posiciones en principio nos dice que siempre que sea posible debemos apoyarnos en alguna estructura sólida como un árbol o un muro.

Cuando no tenemos ninguna estructura podemos apoyarnos con los codos contra el pecho para mantener la estabilidad.

En cuclillas es conveniente apoyar los codos sobre las rodillas para descansar el cuerpo y obtener mayor estabilidad.

También es importante que si vamos a tomar fotografías con largos tiempos de exposición es muy útil utilizar un tripie para mantener fija la cámara puesto que por lo prolongado del tiempo el mantener la cámara a manos libres siempre imprimirá cierto movimiento.

## POSICIONES PARA TOMAR FOTOGRAFÍAS



**APOYADO**

Para reducir el movimiento apoyándose en una estructura sólida como un árbol.

**EN CUCLILLAS**

Apoyando los codos sobre las rodillas para dar estabilidad.

**DE PIE**

Recargando los codos sobre el pecho para estabilizar.

**CON TRIPIE**

Permite tomar fotografías con larga exposición y fijar la cámara para tomar

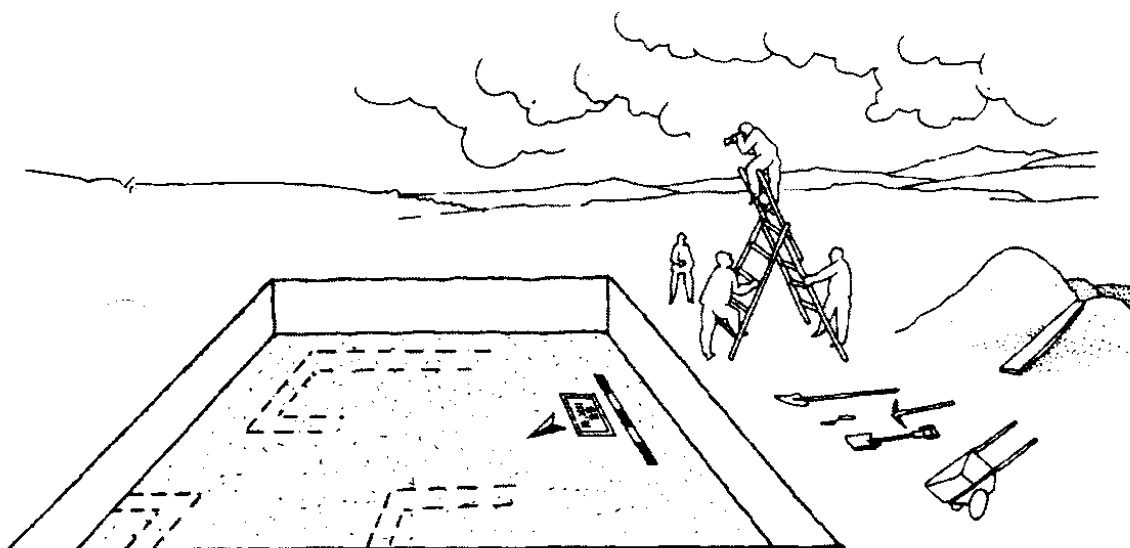
Las fotografías que se deben tomar son las siguientes: Primeramente las fotografías panorámicas que cubren la totalidad del hallazgo para lo cual se deben de tomar fotografías desde varios ángulos<sup>119</sup>.

Es conveniente utilizar un lente gran angular para captar la extensión entera del sitio y Carandini<sup>120</sup> recomienda utilizar una escalera para tomar la fotografía de conjunto.

<sup>119</sup> Moreno 1990:49

<sup>120</sup> Carandini 1997:140





Los acercamientos deben de incluir la totalidad del entierro en estudio, como es obvio se debe limpiar adecuadamente el área para que se puedan ver claramente todos los elementos con su color original y no escondidos por el color de la tierra<sup>121</sup>.

Igualmente se deben tomar fotografías desde los diferentes ángulos<sup>122</sup>, es muy importante también incluir dentro de las fotografías un cartel con datos de identificación como la fecha de excavación, sitio donde se excava, el número de averiguación previa, el arqueólogo responsable además de incluir una flecha que indica hacia donde está el norte y una escala métrica<sup>123</sup>.

Es importante que se incluyan estos elementos en las fotografías para que siempre se conserve la información<sup>124</sup> y aunque se traspapele la foto se pueda identificar de qué caso se trata<sup>125</sup>.

Además la escala métrica nos permite remedir los detalles del material comparando las dimensiones de la fotografía con la escala, por eso es importante que las fotografías sean tomadas paralelas al entierro porque mientras más oblicua este la cámara más deformada aparecerá la escala.

Por último es muy importante incluir fotografías con gran detalle de los indicios en su sitio antes de moverlos para evitar que se pierdan detalles.

Si es necesario se deben usar lentillas de aumento para indicios muy pequeños como son los proyectiles.

---

<sup>121</sup> Brothwell:1987:19

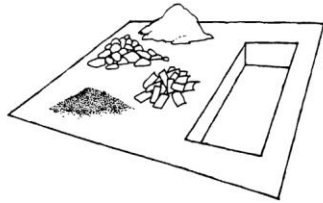
<sup>122</sup> Lagunas 2007:37

<sup>123</sup> Rodríguez 1994: 24 y Carandini 1997:139

<sup>124</sup> Ubleleker 2007:37

<sup>125</sup> Gutiérrez 1999:44

## FOTOGRAFÍAS DE INTERÉS EN ARQUEOLOGÍA FORENSE



### PANORAMICAS

Tomadas con un gran angular.  
Se observa la excavación en su conjunto.  
Se deben tomar desde los diferentes ángulos.  
Puede usarse una escalera para tomar las fotos.



### ACERCAMIENTO DEL CUERPO

Se observa el cuerpo en su conjunto.  
Debe ser tomada con luz de día.  
Debe de limpiarse bien el esqueleto antes de tomar las fotografías.  
Se incluye una pizarra para poner los datos identificatorios.  
Se debe de señalar el norte con una flecha.



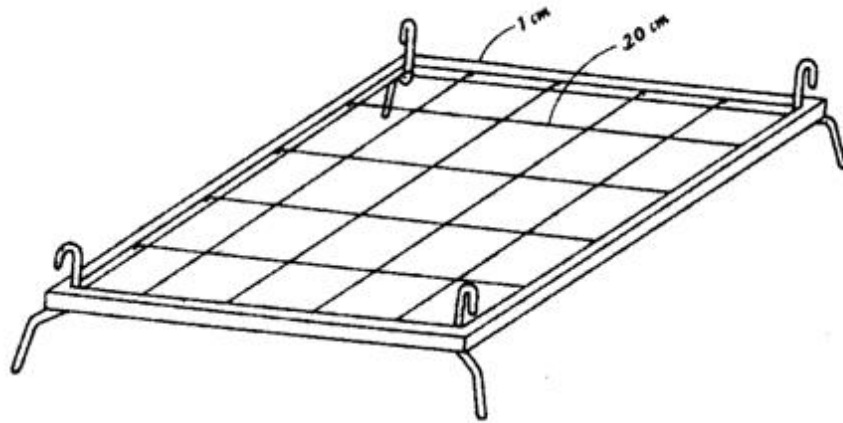
### GRAN ACERCAMIENTO

Se debe de cerrar la visión a los detalles de las fotografías.  
Si es necesario deben usarse lentes de aumento.  
Deben de destacarse claramente los indicios aunque se pierda el conjunto del esqueleto.

Las fotografías deben de complementarse con los dibujos puesto que un dibujo adecuado puede recoger algunos detalles que se pierden en las fotografías aunque el problema del dibujo es que aunque sea hecho por un artista profesional siempre será una representación subjetiva menos fiel que las fotografías.

Para hacer dibujos de calidad se recomienda tener dos uno en papel milimétrico que nos ayudara mucho a ubicar los indicios y la distancia relativa que existe entre ellos ya que la misma cuadrícula nos facilita mucho el trabajo.

Un recurso muy útil para ubicar los indicios y para hacer el dibujo es la utilización de una parrilla que consiste en un bastidor de algún material resistente que contiene hilos en su interior de esta manera se pueden ubicar los indicios por cuadros y así se pueden trasladar al papel milimétrico.



**Parrilla para dibujar las plantas en la excavación (Barker, 1977, figura 50).  
Tomado de Calandrin 1997:104**

El problema es que cuando se presenta en la corte o en un informe este dibujo desmerece mucho y tiene una pobre presentación.

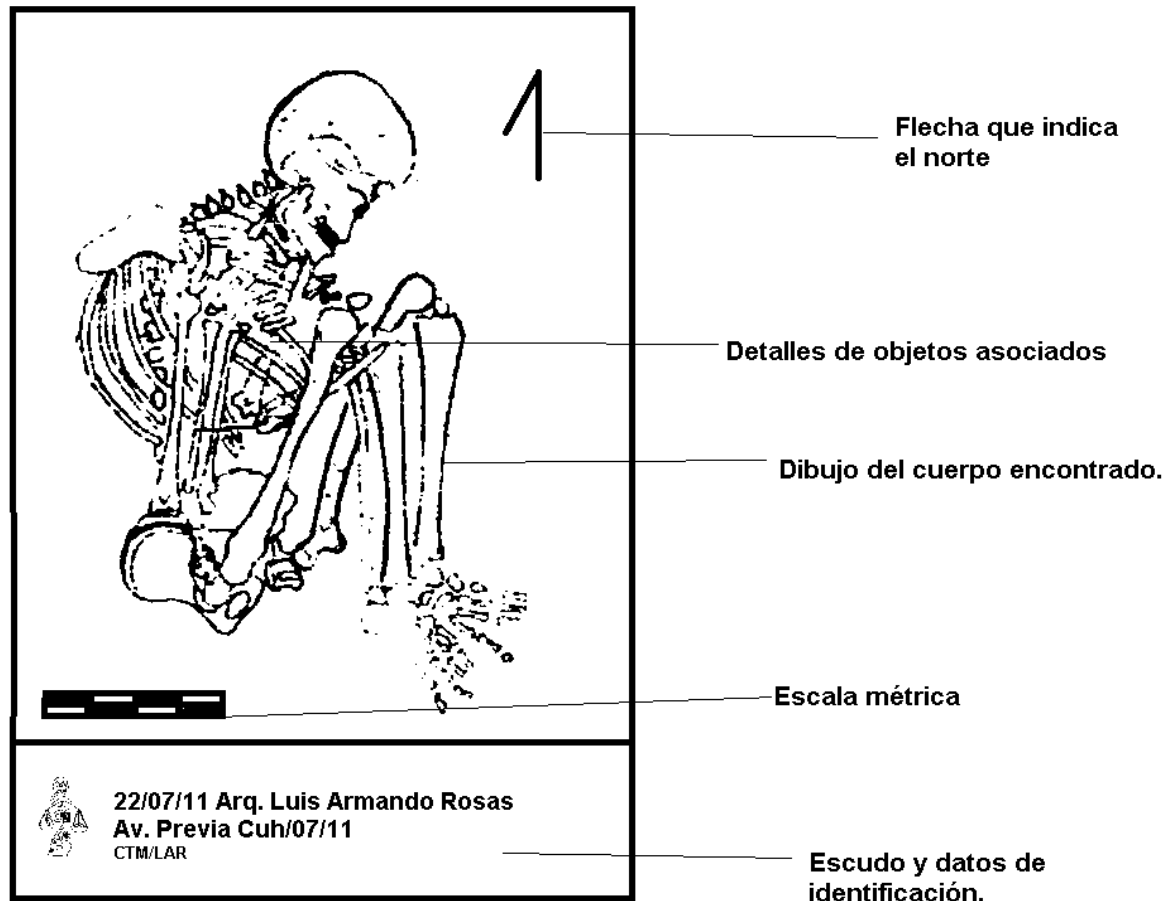
Para ello se puede utilizar una hoja de papel albanene para calcar nuestro dibujo de esta manera tenemos la ventaja de que nuestros objetos están en relación correctamente y no tenemos la desmerecida imagen del papel milimétrico.

Para que un dibujo sea útil es necesario que cumpla varios requisitos lo primero es la escala o sea que el tamaño de nuestros objetos dibujados corresponda proporcionalmente con el tamaño de los objetos reales.

Deben incluirse todos los indicios recuperados y su posición así como la distancia entre ellos obviamente a la misma escala.

Es importante que se incluya en una cartera al pie del dibujo datos de identificación como son fecha, averiguación, arqueólogo responsable y nombre del dibujante si fue una persona diferente.

## CARACTERISTICAS DE UN BUEN DIBUJO ARQUEOLOGICO



La fijación escrita es uno de los métodos de fijación mas utilizados y justamente consiste en ir recopilando datos desde que empezamos a realizar la prospección hasta que declaramos cerrada la zona a excavar.

Gutiérrez<sup>126</sup> nos recuerda que la fijación escrita debe ir de lo general a lo particular para describir todo lugar de hallazgo, obviamente en arqueología forense debemos seguir la misma metodología.

<sup>126</sup> Gutiérrez 1999:45

Es muy importante llevar una libreta de campo para en ella ir anotando todo lo que sucede en el proceso de excavación es mas conveniente anotar datos que posteriormente nos demos cuenta que no tienen valor para la investigación que confiar en nuestra memoria puesto que se pueden olvidar detalles importantes.

Al llegar al lugar es importante anotar fecha y hora de llegada, condiciones meteorológicas, iluminación en el momento<sup>127</sup>.

## CONDICIONES CLIMATOLOGICAS



### ILUMINACIÓN

Diurna, nocturna, artificial.



### VIENTO

Fuerte, debil dirección en que corre



### VISIBILIDAD

A cuantos metros, niebla, oscuridad



### HUMEDAD

Presencia de lluvia, ambiente.



### TEMPERATURA

Predominante en el sitio.

Cada día se debe en la noche hacer un resumen por escrito de las labores realizadas y de todo lo que se va encontrando y cada cosa encontrada debe ser descrita lo mas detalladamente posible, si se trata de un objeto marca, modelo, color, dimensiones si se trata de huesos nombre, estado de conservación características patológicas importantes, huellas observables.

Estas notas permitirán al arqueólogo al final del trabajo realizar su informe por escrito sin omitir detalles importantes y con toda la información necesaria para continuar las investigaciones.

## CIERRE DEL SITIO

El arqueólogo debe de hacerse responsable cuando se terminen los trabajos de dejar el sitio de trabajo en las condiciones mas similares a las que cuando el llego.

Domingo<sup>128</sup> recomienda cubrir el fondo de nuestra excavación con un plástico de manera que si por algún motivo otro arqueólogo hace un estudio en la región sepa hasta donde

---

<sup>127</sup> Moreno 1990:113

<sup>128</sup> Domingo 2007:168

excavamos nosotros y que esa superficie fue alterada y por lo cual no es útil obtener información de las capas superiores.

La tierra para rellenar nuestra excavación lo más lógico es que sea la misma que extrajimos durante el proceso de estudio.

# EXHUMACION

## INTRODUCCIÓN

La exhumación de ex y humus tierra es el proceso por el cual se extraen restos de una tumba y puede ser de dos tipos por un lado la exhumación administrativa que simplemente consiste en extraer los restos para depositarlos en otro sitio o bien al término de un plazo establecido para reutilizar la fosa para otro entierro<sup>129</sup>.

El otro tipo de exhumaciones que se practican son las exhumaciones judiciales que consisten en extraer un cuerpo de su tumba para dos fines principales, primeramente para corroborar la identidad y por otra parte para verificar las circunstancias en las que se dio el fallecimiento.

Si bien algunos autores afirman que si de por sí a veces es muy difícil determinar la causa de la muerte en los momentos posteriores a la misma sería casi imposible después de un tiempo a lo que también debemos añadir la descomposición propia del cuerpo en buena medida también esto depende de un adecuado método de recolección del material, si se usan procedimientos de excavación y toma de muestra adecuados tendremos más posibilidades de éxito que si se extrae el cuerpo sin ninguna metodología.

Si bien desde el punto de vista arqueológico una exhumación debe ser un proceso de excavación más sencillo que una excavación de una tumba puesto que es una excavación de la que existe cierta documentación, está muy delimitada el área y se saben las condiciones del enterramiento el arqueólogo forense debe conocer también este proceso para recuperar el cuerpo y su entorno en las mejores condiciones para que sea útil a la investigación.

El capítulo tiene una ubicación especial dentro del texto después de las técnicas de excavación que básicamente son las mismas que para un entierro clandestino y antes de los análisis que se pueden hacer en laboratorio del material recuperado con interés forense.

---

<sup>129</sup> Ver el capítulo de conceptos.

## **ANALISIS DE GABINETE**

A diferencia de la excavación de entierros clandestinos una exhumación siempre implica el estudio de laboratorio puesto que por lo menos debe de existir una idea de a quien se busca y el motivo por el cual existen dudas acerca de la identidad o causa de muerte que lleven a promover ante un juez un recurso para que este extienda la orden de exhumación.

Antes de asistir a el cementerio por tal motivo el arqueólogo debe recabar documentos importantes como la historia clínica que tendrá muchos datos de interés para la identificación del cuerpo, así como para tomar medias precautorias en caso de que se sospeche que el individuo murió de una enfermedad infectocontagiosa<sup>130</sup>.

Además en los libros del cementerio debe de existir un registro de la fecha de entierro y el lugar preciso donde se realizó el mismo<sup>131</sup> con datos importantes como si hubo una remoción previa antes de realizar el sepelio o bien algún trabajo adicional realizado sellado de la tumba otro trabajo que nos permitirán prever que materiales vamos a necesitar.

En algunos casos sobre todo cuando se trata de gente famosa existen referencias históricas y culturales acerca de la tumba en cuestión realizados por historiadores del arte o arquitectos quienes nos hacen estudios detallados de la tumba a excavar.

También es útil recuperar datos históricos del cementerio como desde cuando se construyó y desde cuando se está enterrando en dicho lugar, arquitectos que elaboraron tumbas, significado de algunas tumbas de la misma época, prácticas comunes en los entierros todo esto permitirá entender el contexto histórico y social en el que se realizó el entierro.

## **TRABAJO DE CAMPO**

Lo primero que se debe hacer en el campo es la ubicación de la tumba y la correlación entre los datos obtenidos en los libros del cementerio y los que estén en el terreno<sup>132</sup>, obviamente deben coincidir el nombre inscrito con el que se puede leer en las lapidas así como la fecha de defunción esto nos ayudara a confirmar que se trata de la misma persona que se está buscando.

Posteriormente se hará la fijación del lugar tomando fotografías desde varios ángulos primero panorámicas y después de los detalles de la tumba en si, una fotografía que no puede faltar sería la de la lápida en donde se pueda leer con claridad el nombre de la persona.

---

<sup>130</sup> Patito 2003:278

<sup>131</sup> En los cementerios muchas veces se refieren a cuarteles, secciones y lotes para dividir la extensión del predio y ubicar con más precisión las tumbas y los lugares donde van a ser enterrados los individuos.

<sup>132</sup> Raffo s/f:159



Puede ser que la tumba sobre todo si tiene tiempo abandonada se encuentre cubierta de maleza la cual se debe retirar con cuidado puesto que si bien nos permite observar los detalles de la tumba también la presencia de hierba está muy relacionada con la evolución natural de la tumba motivo por el cual nos puede dar mucha información.

Es importante si se encuentran estatuas u otras obras arquitectónicas importantes hacer dibujos de la misma lo que nos ayudara a confirmar la identidad de la persona.

Domingo<sup>133</sup> propone una clasificación de las tumbas que creo útil para describir muchas de estas aunque algunos criterios corresponden más bien a estados arqueológicos que nunca se van a encontrar en un contexto forense.

Primeramente dividen las tumbas en simples y monumentales, las primeras pueden variar desde la fosa simple sin ninguna estructura hasta las fosas para depositar las cenizas del difunto.

Obviamente en esta categoría se incluyen las cistas que son tumbas construidas con paredes muy común en nuestro medio y los sarcófagos que son estructuras de piedra que se utilizan para contener el ataúd.

Dentro de las tumbas monumentales tenemos las tumbas de cámara que contienen un cuerpo en una cámara generalmente ubicada por debajo del nivel del suelo como en las famosas pirámides de Egipto.

Los hipogeos que eran oquedades naturales en las rocas donde se depositaban cadáveres como en las catacumbas de las primeras épocas del cristianismo.

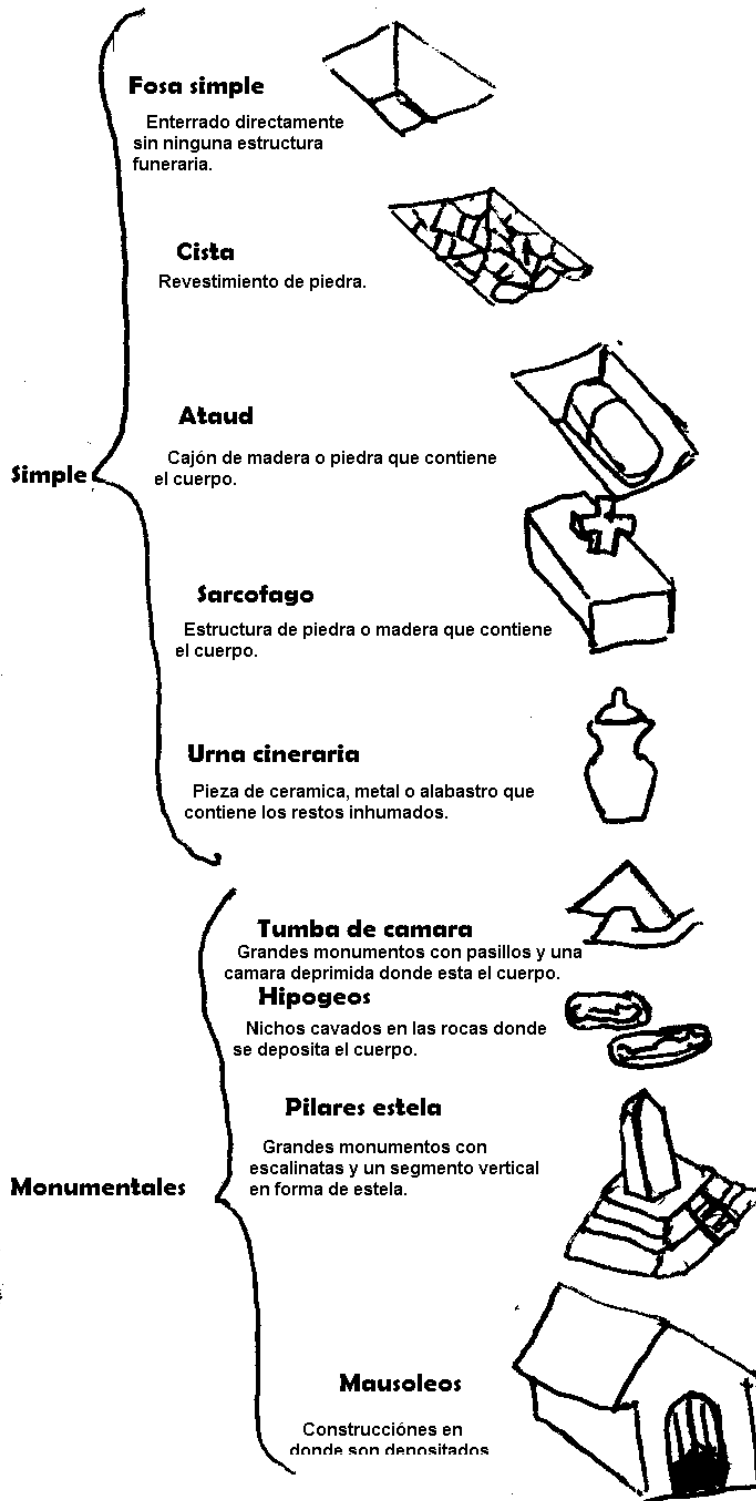
Los pilares estela que consistían en basamentos con escalinatas rematados por una estela monumental.

Por ultimo tenemos los mausoleos que son estructuras monumentales destinadas a contener varios cuerpos generalmente de familiares, estos si es común encontrarlos en nuestros panteones actuales.

---

<sup>133</sup> Domingo 2005:287

# CLASIFICACIÓN DE LAS TUMBAS



Después de fijar el entorno procedemos en si a la excavación de la tumba por niveles métricos para no perder ningún elemento importante aunque muchas veces no se encuentre nada encima del ataúd.

Se debe de describir todos los elementos arquitectónicos que atravesamos para llegar al entierro además de los elementos que retiremos para nuestra excavación.

Al igual que en la excavación normal en el momento de alcanzar el ataúd debemos de determinar a qué profundidad se encontró y ampliar nuestra zona de excavación de manera que terminemos de cubrir toda la zona que ocupa este y volver a tomar fotos en este caso del estado que guarda en el momento de ser descubierto dentro de la tumba así como los herrajes, acabados y demás que tenga en el momento de ser descubierto<sup>134</sup>. Se deben tomar muestras de tierra de encima del ataúd para análisis toxicológicos, como es obvio esto se debe hacer antes de fumigar para evitar que el plaguicida afecte las muestras.

En estos momentos se debe de fumigar tanto el féretro como el resto de la fosa para evitar que bacterias y hongos que se están desarrollando en el cadáver dañen al personal que está laborando en la exhumación.

Posteriormente se extraerá de la fosa el féretro y se pondrá a un lado de la tumba para posteriormente abrir el ataúd y volver a fumigar el interior del mismo así como empezar a revisar las condiciones en la que se encuentra el cuerpo y los objetos asociados.

Dentro de la descripción del estado del féretro dependiendo del material del que fue elaborado y de las condiciones propias del entierro se puede encontrar con diferentes alteraciones que describe Rafflo.

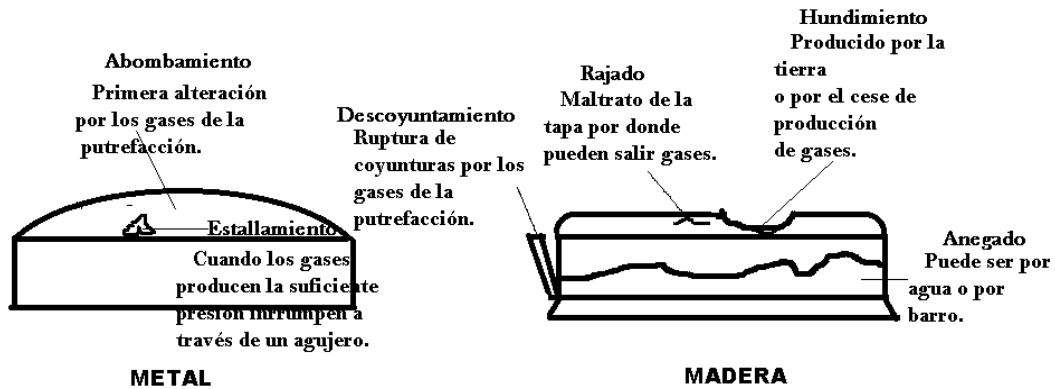
En los de metal se puede observar intacto abombado o estallado, que generalmente estos estados son producidos por los gases de la putrefacción.

En los féretros de madera puede encontrarse la tapa rajada o rota, descoyuntado o anegado en agua o barro.

---

<sup>134</sup> Raffo s/f :159

## CONDICIONES EN LAS QUE SE PUEDE ENCONTRAR UN ATAÚD EN UNA EXHUMACIÓN



Es importante tener una cámara fotográfica preparada para este momento puesto que en algunas ocasiones sobre todo en féretros sellados los restos que se conservaban en buen estado en el microambiente del interior del ataúd pueden deteriorarse rápidamente con el cambio de ambiente de anaerobiosis a la condición aeróbica.

Las fotografías tomadas en el cementerio nos permiten documentar el estado en que se encontraba el ataúd y el cuerpo en el momento de ser desenterrado.

Si bien algunos autores como Simonin<sup>135</sup> recomiendan hacer la renecropsia en el mismo cementerio no lo creo muy conveniente puesto que no tenemos las condiciones de iluminación, agua corriente y demás necesarias para hacer esta labor además de que representa un foco de infección. Creo que lo más conveniente es trasladar el féretro entero a la morgue para realizar ahí el estudio correspondiente.

<sup>135</sup> Simonin 1973:799

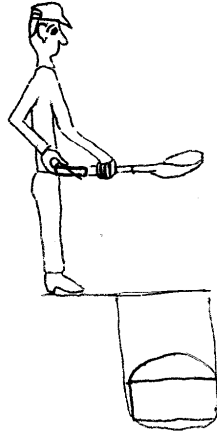
## PROCESO DE EXHUMACIÓN

### IDENTIFICACIÓN DE LA TUMBA



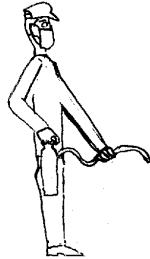
Se debe corroborar que es la persona buscada.  
Checar en el registro del cementerio la ubicación de la fosa.  
Ver inscripciones en lapidas o cruces para rectificar el nombre y la fecha de muerte.

### EXCAVACIÓN



Se excava la tumba como cualquier contexto arqueológico.  
Se debe fijar todo el proceso con los dibujos y fotos convenientes.  
Al llegar al feretro se anota la profundidad a la que fue hallado.  
Se toman muestras del suelo de la fosa.

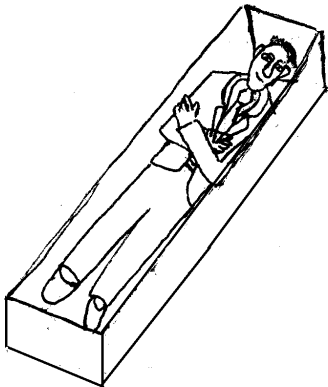
### FUMIGACIÓN EXTERNA



Sedebe fumigar el feretro paraa evitar que bacterias y hongos que contenga nos puedan causar daño.

Es conveniente usar ropa especial para esta fumigación y para la apertura del feretro que debe ser tratada o desechada puesto que los productos para fumigar son muy toxicos.

### APERTURA DEL FERETRO



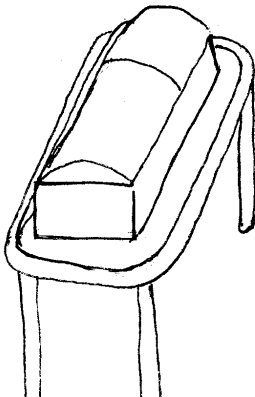
En el mismo cementerio se hace la apertura del feretro y la fumigación del interior del mismo.

Es conveniente tener una camara fotografica para captar este momento puesto que puede ser que el cadáver bien preservado hasta el momento se desintegre al contacto con el aire.

Se deben tomar muestras y enbalar de manera adecuada.

Hacer la descripción del estado del cuerpo.

### ESTUDIO EN LA MORGUE



Se debe trasladar el cuerpo a la morgue a la brevedad posible.

Se colocara para estudio en una mesa de necropsias.

Se tomaran las muestras que sea posible.

## TOMA DE MUESTRAS

Es conveniente durante todo el proceso de exhumación tomar muestras que nos permitan complementar el estudio con el apoyo de los diversos laboratorios, solo siguiendo una metodología adecuada podemos obtener resultados de un proceso que de por si empieza con la limitación de que ha transcurrido el tiempo y existen dudas razonables acerca de las circunstancias en que se dio el fallecimiento.

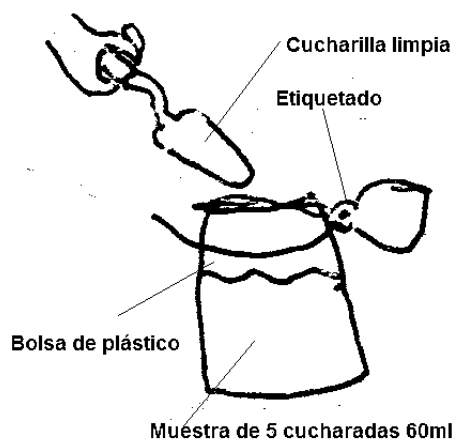
Se deben tomar muestras de la vegetación tanto por arrancado como por nucleación<sup>136</sup> para poder determinar el tiempo aproximado que tiene de enterrado el individuo y corroborar de esta manera si hay correspondencia entre la fecha de muerte y el tiempo de estancia en la tumba.

Durante la excavación debemos ir tomando muestras palinológicas a cada nivel métrico establecido.

Para lo cual tomamos muestras con una cucharilla limpia en una bolsa de polietileno tomaremos 5 cucharadas aproximadamente 60 ml de tierra cerrando la bolsa con un cordel con una etiqueta que contenga los datos de identificación.

Obviamente cada muestra debemos de lavar la cuchara con agua destilada y secar perfectamente bien para que no se mezclen entre si las muestras.

## MUESTRAS PARA PALINOLOGIA



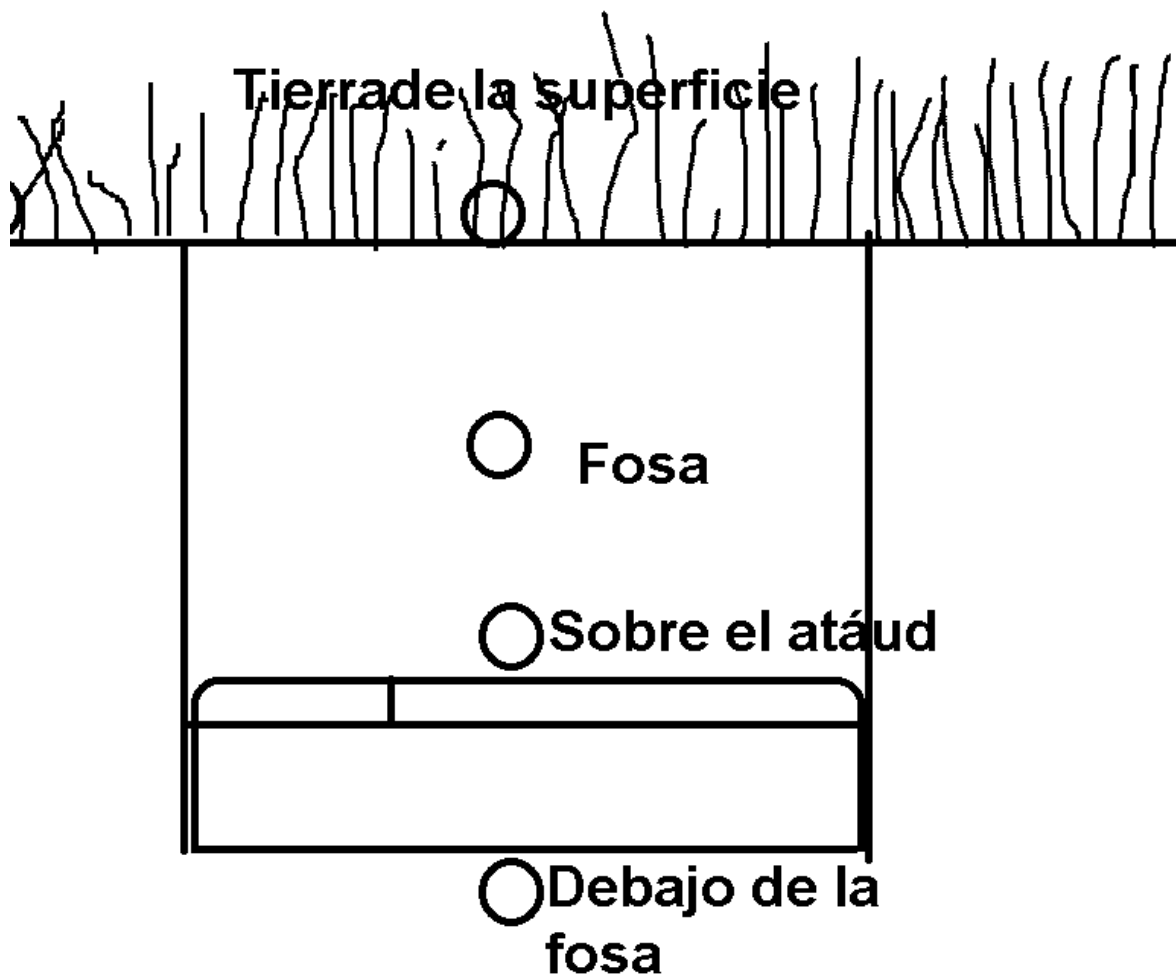
<sup>136</sup> Recordar las muestras a tomar en el capítulo anterior.

Otras muestras que no deben de faltar son las toxicológicas puesto que en muchas veces lo que despierta dudas acerca de la manera de la muerte es un posible envenenamiento motivo por el cual se debe buscar la presencia de tóxicos en la tierra.

Se deben tomar muestras del exterior de la tumba así como del contenido de la fosa de encima del féretro y de los lados y cuando se extraiga de la tierra que estuvo en contacto con él.

Estas muestras Raffo<sup>137</sup> recomienda colectarlas en frascos de cristal puesto que esto permite que se den menos reacciones químicas que en algún momento pudieran falsear la muestra.

## MUESTRAS PARA TOXICOLOGIA



Obviamente el traslado a la morgue debe ser hecho en un vehículo adecuado para no causarle daño al féretro ni menos a su contenido. Por lo que debe ser una camioneta con un tamaño de caja suficiente para que quepa el ataúd.

---

<sup>137</sup> Raffo s/f:162

## **ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA**

### **INTRODUCCIÓN**

Si bien en los capítulos anteriores hemos hablado mucho de la localización excavación y documentación de materiales en tierra firme antes de entrar al análisis de los materiales tenemos que mencionar también los materiales encontrados en cuerpos acuíferos que también pueden tener implicaciones judiciales.

En muchas ocasiones los criminales prefieren ocultar el cuerpo en lugares en tierra firme pero si se presenta un cuerpo lacustre les resulta mucho más ventajoso puesto que no tienen que cavar para ocultar el cadáver además de que puede permanecer por mucho tiempo ahí sin ser descubierto o al contrario en el caso de los ríos lo puede transportar a un lugar distante del de los hechos lo que dificulta enormemente la investigación policiaca.

El otro enfoque de interés forense es el de víctimas de desastres naturales o accidentes dentro de un cuerpo lacustre en donde cobra relevancia la recuperación de los cuerpos para la identificación de los mismos para iniciar con esto todo el proceso penal y civil que implica el fallecimiento de la persona.

El lector se preguntara porque siempre me refiero a cuerpos lacustres o de agua lo que pasa es que este término puede incluir desde lagunas, ríos y otros cuerpos de agua dulce hasta los mares.

Como es lógico no podemos usar las mismas técnicas ni de prospección ni de excavación que utilizamos en tierra puesto que es un medio totalmente diferente en el cual nos estamos desenvolviendo motivo por el cual necesitamos de utilizar técnicas específicas de prospección y excavación así como necesitamos en algunas ocasiones dependiendo del material darle un tratamiento específico para conservarlo y que pueda ser estudiado cosa que es más rara en los ambientes terrestres.



## PROSPECCIÓN

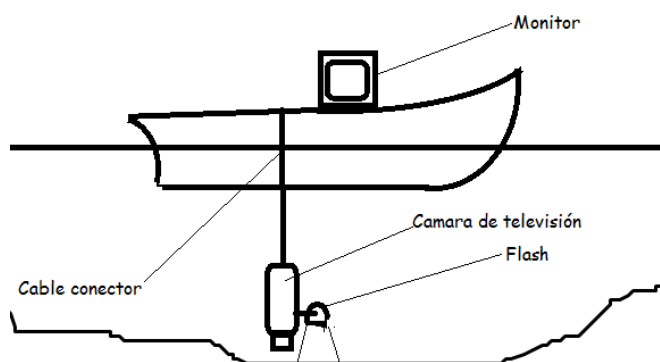
Tenemos que tener en cuenta que la prospección en arqueología subacuática no se basa tanto en el descubrimiento de estructuras subterráneas sino mas bien en hallazgos en la superficie del fondo marino que es lo más frecuente.

La prospección la podemos realizar por métodos directos y por métodos indirectos, dentro de los primeros tenemos aquellos que nos permiten visualizar directamente donde se encuentra el hallazgo mientras que los indirectos nos darán lecturas que nos hacen suponer la existencia de una alteración que pudiera ser compatible con el objeto que estamos buscando.

Dentro de los métodos directos podemos mencionar la fotografía aérea que Shwartz<sup>138</sup> reporta que muchas veces desde el aire se pueden observar restos sumergidos y algunas estructuras arquitectónicas o restos de puertos.

Como es lógico en el caso de la arqueología forense muchas veces los mismos helicópteros de búsqueda y rescate pueden utilizarse principalmente para buscar sobrevivientes aunque en estos casos pueden observar la presencia de los restos sin sobreviviente y pueden orientar a el punto donde se encuentra el hallazgo.

Otro método son las cámaras submarinas arrastradas por una embarcación y que transmiten la señal a un monitor, de esta forma se puede observar directamente el fondo del cuerpo de agua y en su caso se puede observar no solo el hallazgo sino las características del mismo lo que nos permite pensar con detalle los recursos que necesitaremos para su extracción posterior.



---

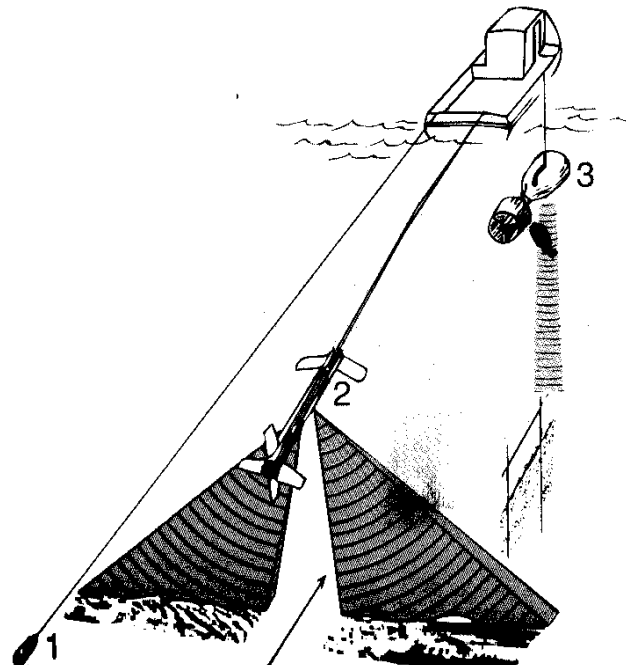
<sup>138</sup> Schwarz 1976:81

Muchas veces necesitamos utilizar con la cámara una iluminación suficiente recordemos que el fondo muchas veces es un lugar oscuro y se necesita de una adecuada iluminación para observar las características del mismo, si de por si Schwarz es escéptico con respecto a los resultados si por la oscuridad no podemos ver nada será más difícil localizar algo.

Los métodos indirectos nos permiten a través de la lectura determinar la posibilidad de existencia de una alteración que tiene que confirmarse con el descenso de personal especializado.

Para lo cual podemos utilizar diferentes aparatos como es el caso que Renfrew<sup>139</sup> resume y que principalmente son tres aparatos que es el sonar, el magnetómetro y el detector de profundidad.

### TECNICAS DE PROSPECCIÓN SUBACUATICA



**1 Magnetómetro de profundidad permite detectar objetos metálicos.**

**2 Sonar de exploración permite explorar el fondo de cuerpos lacustres por medio de ondas sonoras.**

**3 Detector de profundidad permite por medio de ondas sonoras determinar la estructura del fondo del cuerpo lacustre.**

Modificado de Renfrew 2011:109

---

<sup>139</sup> Renfrew 2012:109

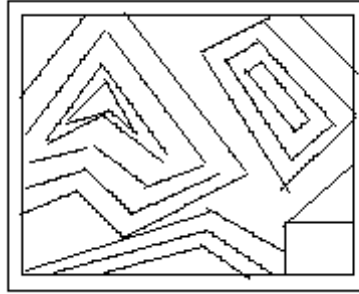
El método que utilicemos dependerá mucho de lo que estamos buscando y sus características, muchas veces necesitaremos usar diferentes técnicas para poder realizar una prospección efectiva.

El magnetómetro nos permite al igual que en tierra firme detectar objetos metálicos lo que es sumamente importante sobre todo para localizar a los vehículos siniestrados, es común que un avión se venga a pique en medio vuelo sobre la superficie del mar, o bien que un carro sea arrastrado por la corriente o bien que un autobús se despiste y termine en un cuerpo lacustre.

El principio del magnetómetro es la medición de alteraciones del campo magnético terrestre y sobre todo algunas alteraciones magnéticas que pueden indicar la presencia de grandes cantidades de metales en el fondo del mar.



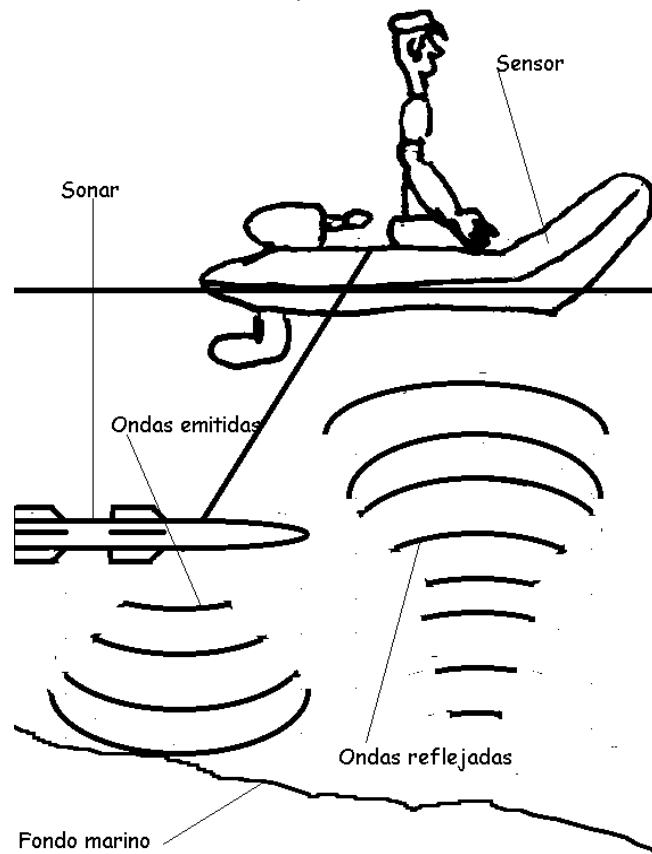
Como resultado de la medición obtenemos una carta magnetometrica en donde tenemos la representación gráfica de nuestras lecturas lo que nos permite suponer en qué punto está ubicado nuestro hallazgo.



El sonar es un pequeño aparato en forma de torpedo que al irlo arrastrando por nuestra embarcación va emitiendo ondas sonoras que al llegar al fondo chocan y son rebotadas de manera que al ser captadas posteriormente por nuestro receptor nos informan de las características de la superficie del fondo del cuerpo en estudio.

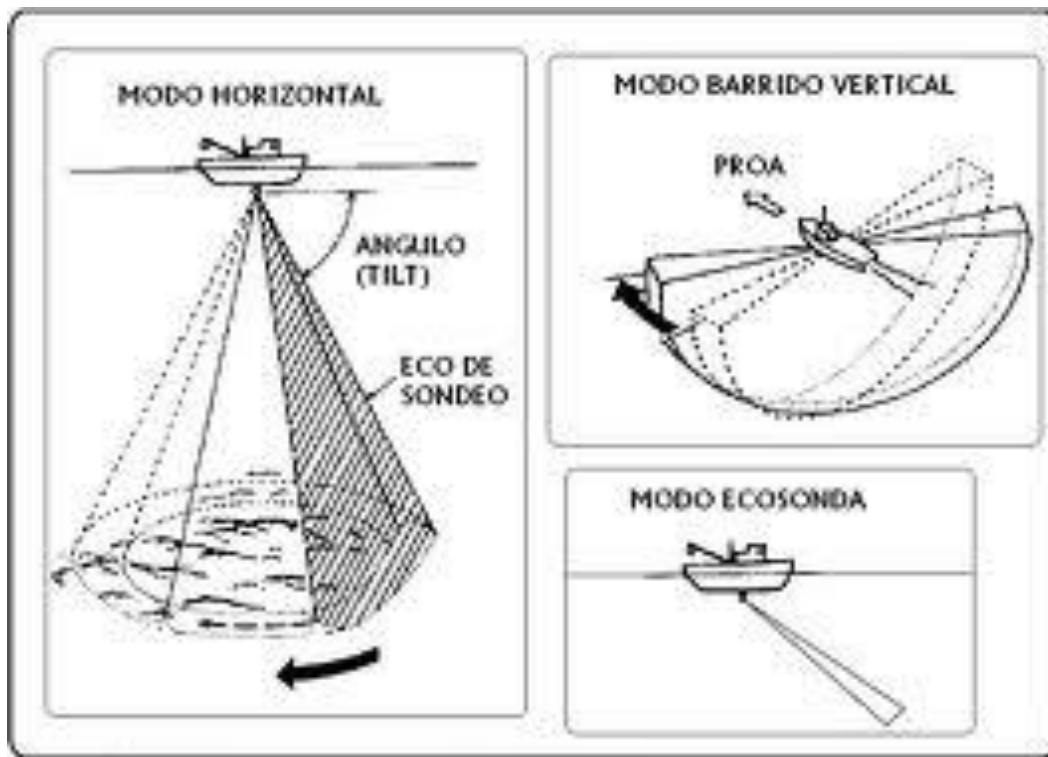
Esto nos permite suponer la presencia de algún hallazgo importante debajo de la superficie del agua.

### PROSPECCIÓN CON SONAR

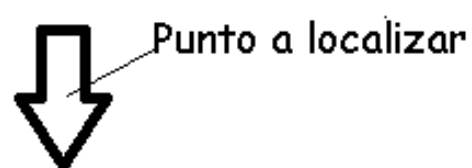
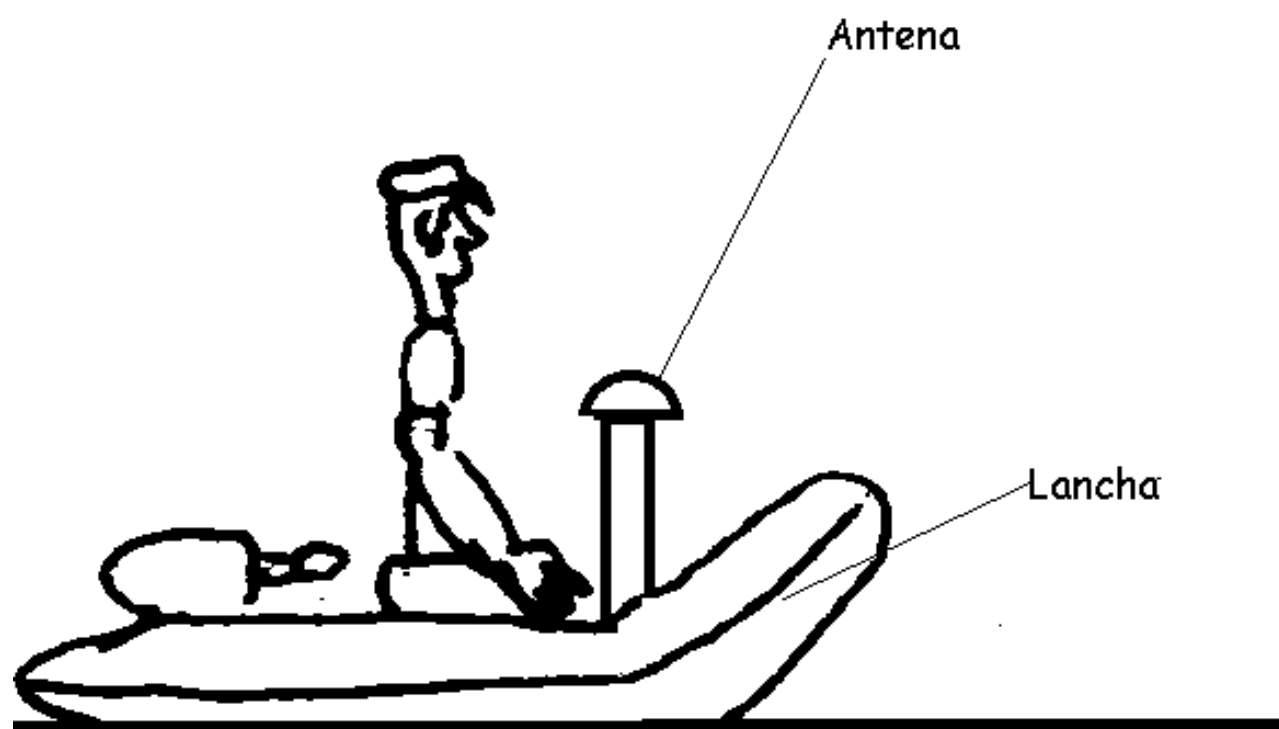
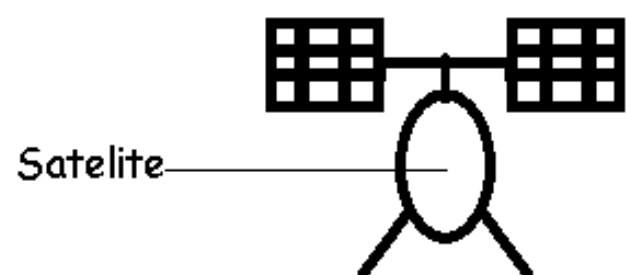


Por último la ecosonda o detector de profundidad basado en un principio similar al del sonar, emite un sonido constante que comparando el tiempo que tarda en llegar al fondo y regresar podemos calcular la profundidad a la que se encuentra nuestra alteración.

Al medir la profundidad del fondo también podemos obtener un perfil del área de estudio lo que nos será muy útil para la documentación de nuestro trabajo.



Algo importante dentro de la prospección es la ubicación de nuestro lugar de estudio lo cual podemos realizar al igual que en la tierra con un posicionador electrónico del tipo GPS pero a diferencia de este necesitamos contar con una antena receptora que capture la señal del satélite lo cual nos permitirá posicionarnos.

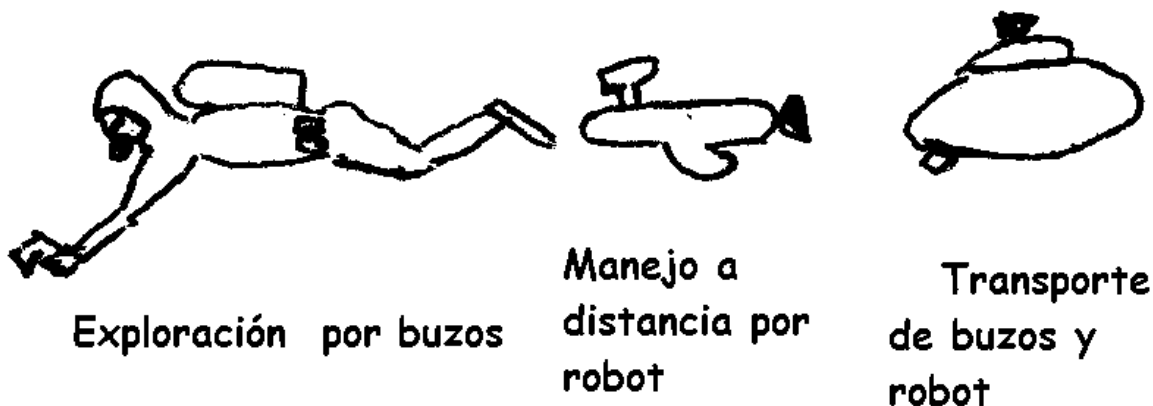


## EXPLORACIÓN Y EXCAVACIÓN

En el medio subacuático como es obvio necesitamos una serie de accesorios especiales que nos permitan desarrollar nuestras actividades en un medio con características diferentes que es el agua.

Actualmente en la arqueología subacuática se cuenta con tres métodos principales de exploración submarina<sup>140</sup>, el primero y más sencillo es el uso de buzos quienes con su equipo individual pueden descender a las profundidades, el segundo método son los robots que pueden ser utilizados para filmar manejados a control remoto desde la superficie y por último los robots utilizados tanto para transporte como para filmación y para algunas operaciones en las que los buzos pueden manipular pequeños brazos mecánicos.

### MÉTODOS DE EXPLORACIÓN SUBACUÁTICA



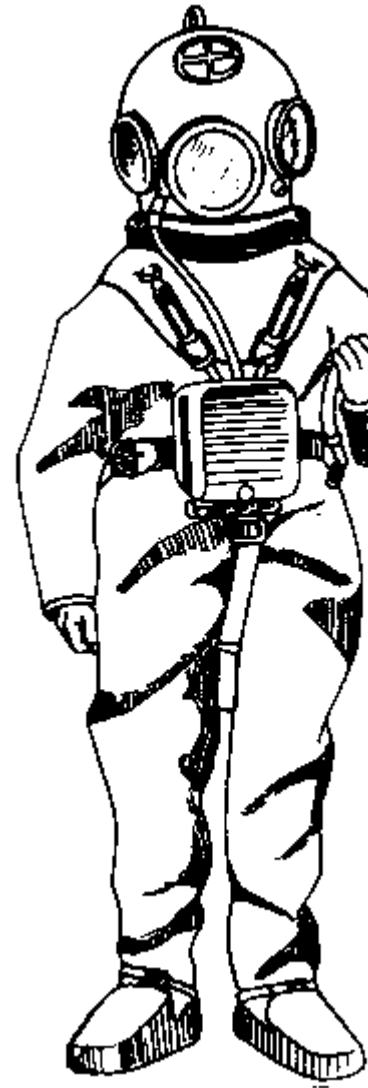
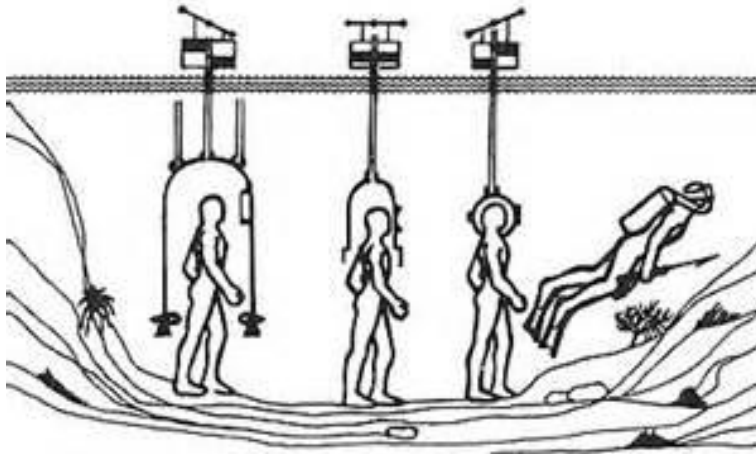
Si bien desde épocas tan antiguas como la Grecia clásica o algunos pueblos americanos utilizaban una caña hueca para mantener la respiración bajo el agua no es hasta el siglo XVI que se empiezan a desarrollar los primeros equipos para exploración submarina.

Pero en esta época más bien se trataba de equipos en los que quedaba encerrada la persona mientras era sumergido en el agua parecidas a las campanas actuales de buceo.

Desde el siglo XIX se empezaron a desarrollar trajes impermeables unidos a un casco conectado a una manguera de oxígeno lo que permitía al buzo bastante autonomía y son las imágenes clásicas de los buzos con su casco que tenían bastante movilidad sin embargo seguían limitados a la manguera que suministra el aire.

---

<sup>140</sup> Bahn 2002:81



No es hasta 1943 cuando el oceanógrafo francés Jacques-Yves Cousteau con el ingeniero Émile Gagnan diseñan los primeros trajes de buceo modernos que permiten la exploración autónoma de las profundidades acuáticas.

El equipo de buceo se puede dividir en el básico y el accesorio el primero esta compuesto por el equipo básico de cada persona mientras que el equipo accesorio son los materiales que le ayudarán al buzo a desarrollar su labor.

El equipo básico está conformado por el snorkel que es un tubo en forma de "J" que permite respirar a poca profundidad bajo el agua estando el extremo libre sobre la superficie motivo por el cual no se puede usar a gran profundidad.



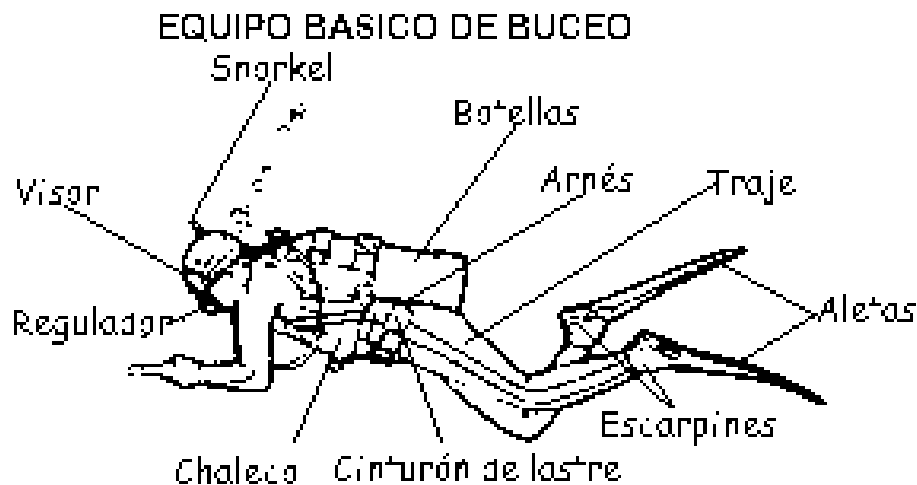
las botellas que son cilindros de acero o aluminio que contienen una mezcla de gases unidas a un sistema regulador que a través de las mangueras permite mantener la mezcla respirable a una presión útil para suministrar oxigenación bajo el agua.

Otro elemento indispensable es el visor puesto que el ojo humano no está adaptado a ver bajo el agua se necesita de este tipo de instrumentos para mejorar la visibilidad, además contiene una serie de elementos que le ayudan a cubrir la nariz para que el buzo respire solo el aire de las botellas y no se asfixie al penetrar aire a sus pulmones.

Elemento importante es el traje de buceo que permite evitar las temperaturas extremadamente frías de las profundidades de los fondos del agua, si bien muchas veces buzos deportivos no usan dicho traje creo que lo más conveniente si se están buscando restos a profundidades considerables es usarlo.

El chaleco estabilizador proporciona una regulación en la capacidad de flotar del buzo el cual puede tenerlo poco inflado con el objetivo de favorecer el hundimiento o bien inflarlo para salir a la superficie cuando le sea necesario.

El cinturón de lastre son un conjunto de pesas que ayuda a hundirse en el agua puesto que el cuerpo humano tiende a flotar.



Dentro del equipo accesorio tenemos el cuchillo que permite cortar ramas, alambres, redes u otros elementos que pudieran atascar al buzo con el consiguiente problema de morir al acabársele el aire de los tanques si no sale rápidamente a la superficie.

Las lámparas son un elemento indispensable puesto que a medida que nos internamos en los cuerpos de agua va desapareciendo la luz natural siendo muy oscuro el fondo de los mismos, motivo por el cual se necesita iluminación para bucear a cierta profundidad.

Como es obvio las lámparas que utilizamos son hechas con algún sistema de sellado y deben también ser resistentes a la presión del agua.

Otro objeto sumamente útil es la brújula puesto que permite orientarse al buzo durante su descenso así como una documentación adecuada de sus hallazgos bajo el agua siguiendo técnicas similares a las de la documentación terrestre.

El reloj permite al personal de buceo saber cuánto tiempo lleva bajo el agua y además le permite calcular sabiendo de antemano cuanto tiempo duran sus tanques cuando tiempo mas puede permanecer bajo el agua teniendo siempre presente que necesita salir antes de que se acabe la dotación de las botellas.

Por ultimo las bombas son una especie de globos que se pueden rellenar con el mismo aire de las botellas y que tienen dos objetivos al ser liberados tenderan a subir en linea recta siendo visibles en el punto donde fueron liberados en la profundidad del agua lo que nos permite ubicar desde la superficie un punto localizado en el fondo del agua.

Por otra parte unidos a canastillas permiten subir objetos a la superficie para ser recuperados posteriormente en una embarcación la cual puede llevarlos con cuidado a tierra para su estudio y analisis posterior.

## EQUIPO ACCESORIO



### Cuchillo

Para cortar ramas u otro elemento que puede atrapar al buzo.

### Lámpara

Ilumina lugares oscuros como las profundidades de los fondos.

### Brújula

Permite orientarnos debajo del agua.

### Reloj

Sirve para calcular el tiempo bajo el agua y por lo cual el aire en las botellas.

### Bomba

Al salir a superficie permite localizar un punto de trabajo.

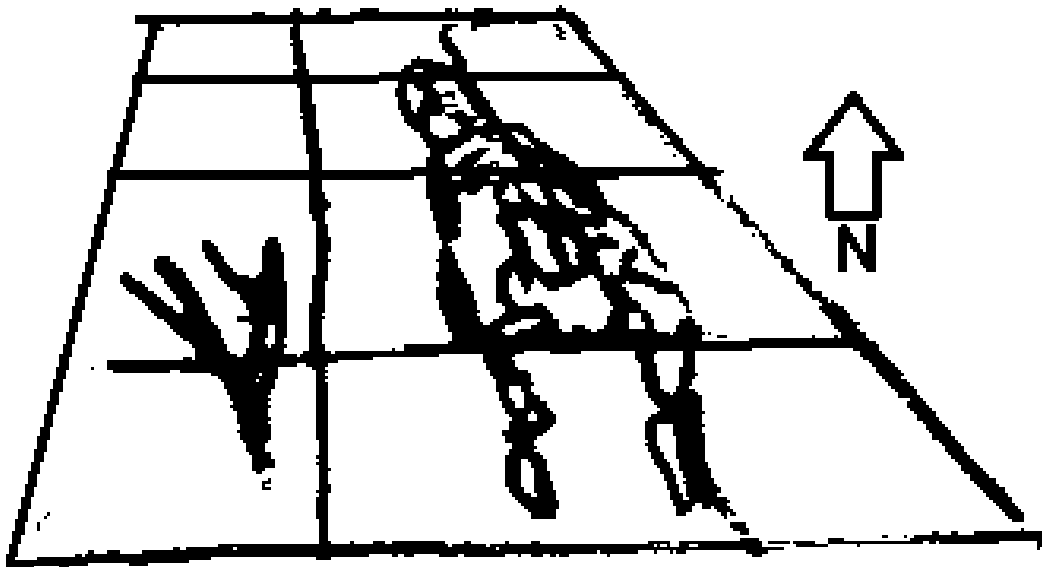
Después de esta breve introducción al buceo ahora si podemos hablar concretamente del trabajo arqueológico que consiste en la documentación y registro de los materiales subacuáticos para lo cual utilizamos herramientas sencillas como la cinta métrica, la cámara submarina y las tabletas para escritura submarina.

Es conveniente trazar una cuadrícula similar a la que se traza en la tierra para en ella ubicar todos los indicios en el momento del descubrimiento antes de su remoción.

Esto nos permitirá reconstruir en el laboratorio las relaciones entre los diferentes indicios lo que puede ayudar mucho a reconstruir los sucesos que produjeron el hundimiento después de un análisis exhaustivo en el laboratorio, esto servirá para explicar las causas del hundimiento y determinar las responsabilidades de los diversos actores así como lo más importante que es tomar medidas para futuras ocasiones.

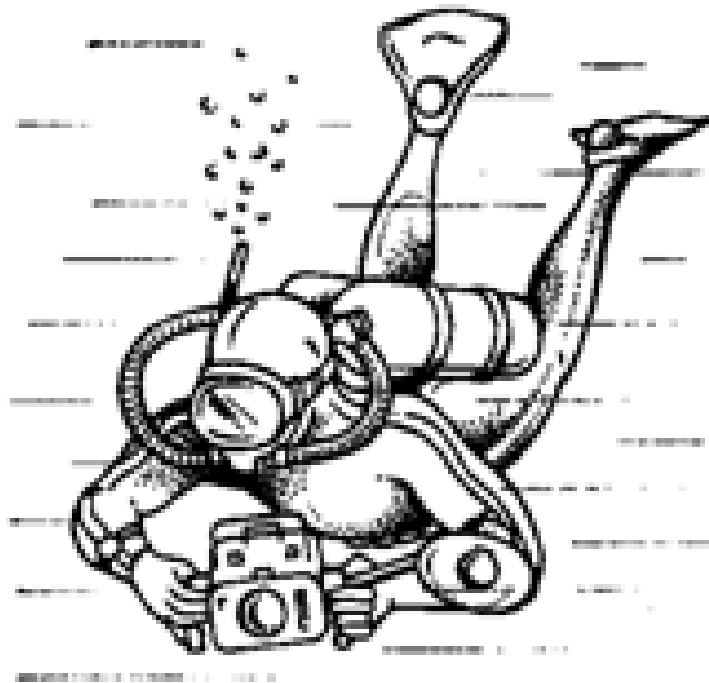
Para lo cual disponemos de estacas e hilos que pueden ser clavados con facilidad muchas veces en los fondos de los cuerpos de agua donde por el origen arenoso de los mismos las estacas se hunden con facilidad.

## CUADRICULA SUBACUÁTICA



Es importante antes de empezar a remover los indicios de manera similar a como lo hacemos en tierra firme documentar todos los indicios en su posición original motivo por el cual debemos de hacer una descripción completa incluyendo medidas y un dibujo detallado de todo lo que encontramos.

Si bien las cámaras fotográficas subacuáticas casi no se usan y gradualmente han sido sustituidas gradualmente por cámaras digitales lo importante es documentar nuestro hallazgo tomando fotografías desde todos los ángulos posibles.



Una vez documentado adecuadamente el hallazgo pasamos en si a la excavación para lo cual necesitamos formar dos grupos por un lado el equipo de superficie y por el otro los buzos que van a intervenir directamente en la excavación.

El equipo de superficie tiene varias funciones dentro de las que destacan apoyar la inmersión y estar pendiente de la seguridad de la misma garantizando que los equipos funcionen adecuadamente así como en los casos que se note un desperfecto prestar ayuda inmediata a los buzos. También es importante para la seguridad el que no entren al área de estudio otras embarcaciones ajenas al trabajo.

Otra misión importante es el controlar el tiempo de inmersión y la sustitución de los buzos periódica aunque como se dijo en líneas anteriores cada buzo debe de tener un control estricto de su tiempo de buceo así como de la autonomía que tiene y el momento de regresar a superficie.

El equipo de superficie debe de estar ubicado en embarcaciones situadas directamente por encima del lugar del hallazgo o bien en la costa en los casos en los que no se tenga una embarcación o se puedan establecer con seguridad el equipo en la tierra.

A diferencia de la arqueología terrestre en la arqueología subacuática no se usa casi nunca la pala sino se usan mangas que son unas aspiradoras especiales que extraen el sedimento formado sobre el hallazgo.

Es importante hacer la anotación que hace Schwarz<sup>141</sup> de que a diferencia de la tierra al sacar el sedimento no podemos hacer montículos sino que tenemos que extraerlos y depositarlos en un lugar distante.

Existen dos mecanismos diferentes de mangas marinas por una parte las de aire que funcionan como una aspiradora que va extrayendo el sedimento colocado directamente sobre nuestra superficie de trabajo.

Las mangas de agua están conectadas a una bomba situada en la superficie que toma el agua y la lanza a presión de una manera similar a como lo hacen las lavadoras para automóviles.

Ya que se ha retirado la arena superficial se procederá al levantamiento de los indicios siguiendo un orden determinado por nuestra cuadrícula marcando cada objeto con un lápiz de grafito y metiéndolo en una bolsa de plástico.

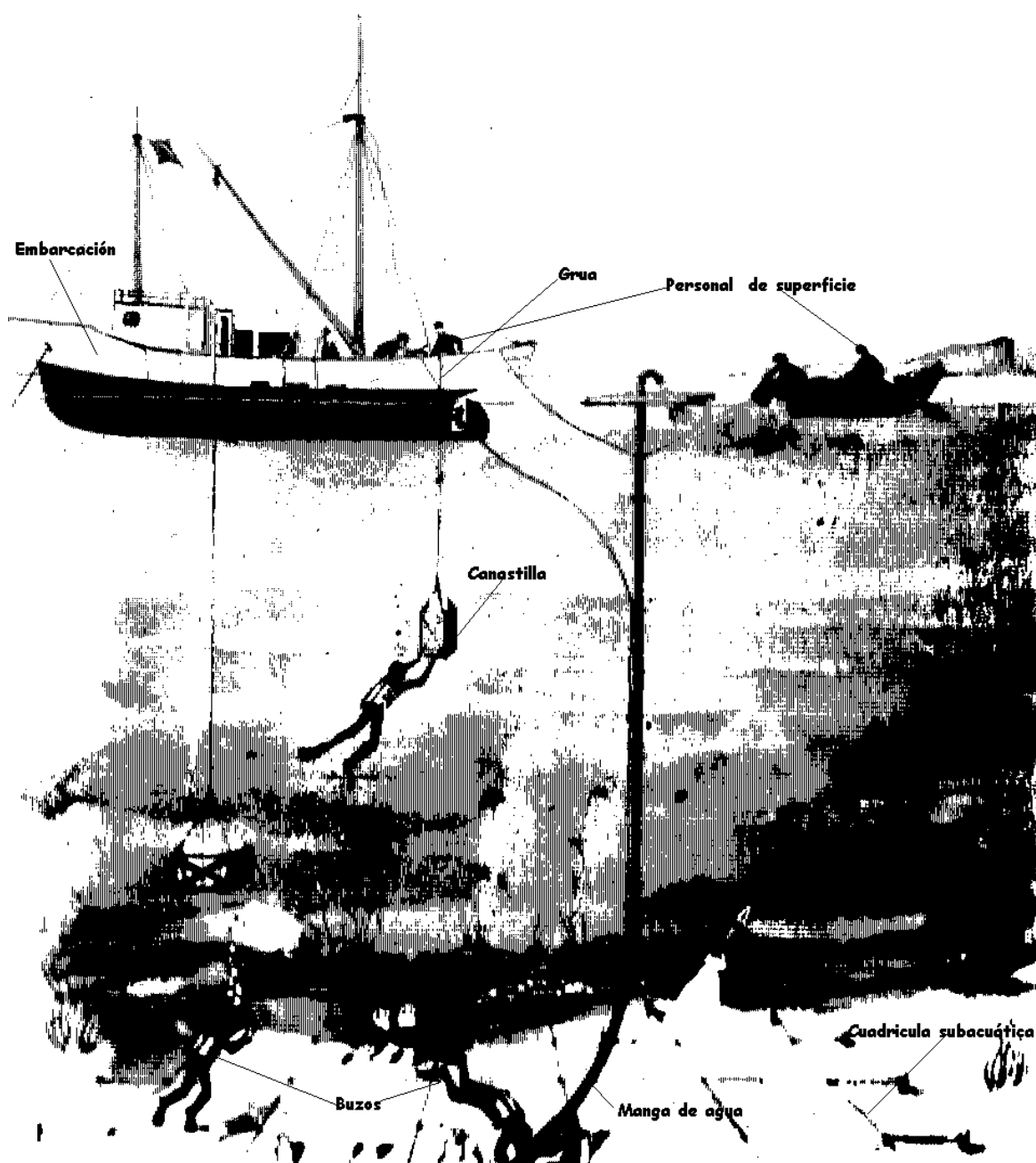
Posteriormente se colocarán los indicios en canastillas las cuales serán elevadas por grúas o por globos que al inflarse ascienden a la superficie donde son recuperados por el personal de superficie quien los irá almacenando de forma conveniente mientras que regresará la canastilla vacía para que vuelva a ser llenada.

Si bien en muchas ocasiones se hace la recomendación de solo poner el material inorgánico en las canastillas directamente mientras el material orgánico ponerlo dentro de un contenedor con agua el cual debe irse cambiando constantemente hasta que se pueda trabajar en los casos forenses debemos tener en cuenta que muchas veces los materiales orgánicos son recientes y aguantan adecuadamente la extracción sin necesidad de mantener su humedad.

Obviamente esto se va haciendo más necesario mientras más tiempo pase entre que sucedió el percance y el rescate en sí de los restos lo que puede favorecer la integración gradual del agua a los restos orgánicos y su consecuente destrucción al ser extraídos de este medio sin precaución.

---

<sup>141</sup>Schwartz 1976:84



## **ANALISIS DE LABORATORIO**

### **INTRODUCCIÓN**

Si bien en los capítulos anteriores hemos hablado de cómo se obtienen y envían al laboratorio los materiales arqueológicos es importante saber que se hace con estos materiales puesto que el arqueólogo no debe concretarse a recuperar materiales y desentenderse de ellos sino que debe saber por lo menos en líneas generales que se hace con ellos y si es posible debe colaborar con los especialistas en el estudio de laboratorio para poder dar un resultado útil a los investigadores encargados del caso.

Si bien por procedimiento administrativo muchas veces el arqueólogo simplemente excava y entrega el material debidamente embalado a los diferentes laboratorios para su estudio por especialistas él es el único que tiene una idea clara de cómo se interrelacionan los diferentes objetos hallados en una excavación y dialogando con los especialistas puede proponer hipótesis útiles para el esclarecimiento de un crimen. Además de que puede resolver cuestionamientos que los especialistas necesitan saber para obtener conclusiones válidas.

Por este motivo el arqueólogo debe de saber cómo se analiza su material en los diferentes laboratorios para poder complementar información que sea necesaria para que los especialistas puedan dar buenos resultados del análisis de su material.

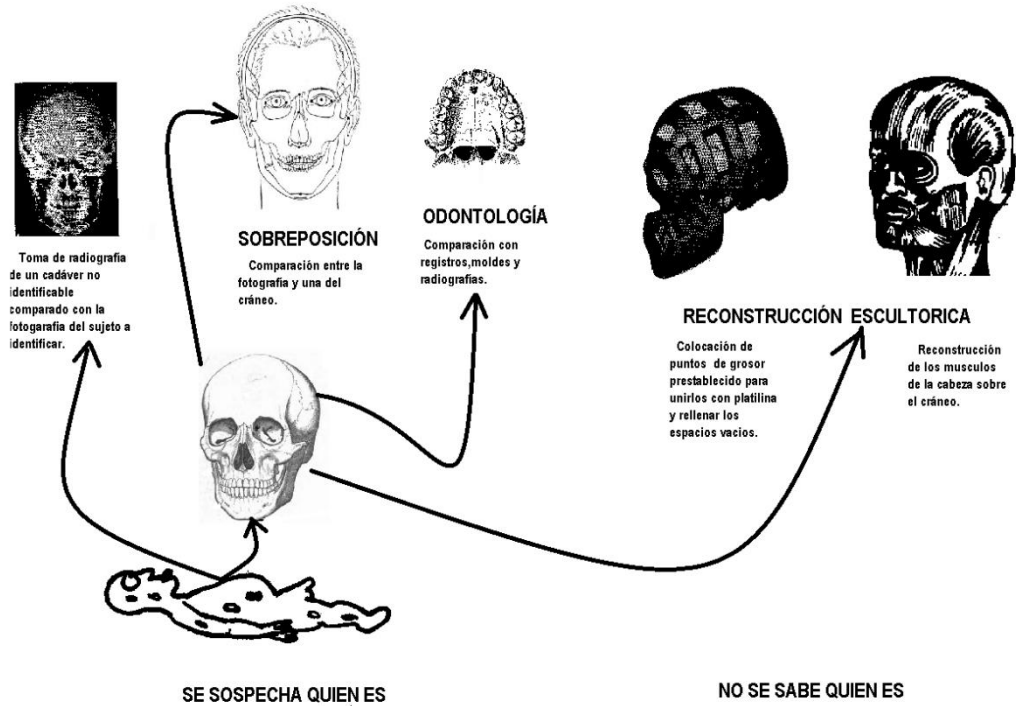
En este capítulo estudiaremos de manera breve como los diferentes especialistas estudian los materiales excavados obviamente tiene un peso fundamental la antropología física puesto que se convierte muchas veces en el cuerpo del delito sin embargo existen otros laboratorios que nos pueden ayudar a dar una versión muy completa de cómo sucedieron los hechos delictivos.

### **ANTROPOLOGIA FISICA**

El antropólogo físico forense enfoca sus estudios a la identificación de la persona aplicando para eso sus conocimientos acerca del esqueleto humano.

El antropólogo puede partir de dos presupuestos, el primero es que se sospecha de quien se trata en cuyo caso enfocara a corroborar la información esquelética con la de la persona en vida o bien si no se sabe ni se sospecha quien es tendrá que hacer un estudio para primeramente determinar la tetrada vital y después a partir de esta información hacer una reconstrucción de la fisonomía del individuo en vida.

## MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN



Como paso previo al estudio el antropólogo tiene que eliminar restos adheridos al esqueleto, esto lo puede hacer en el laboratorio con un pequeño bisturí y con pinzas, es conveniente que estos restos se manden a estudio de ADN motivo por el cual antes de deshacerse de ellos los recolecta para entregarlos debidamente embalados a el laboratorio de genética.

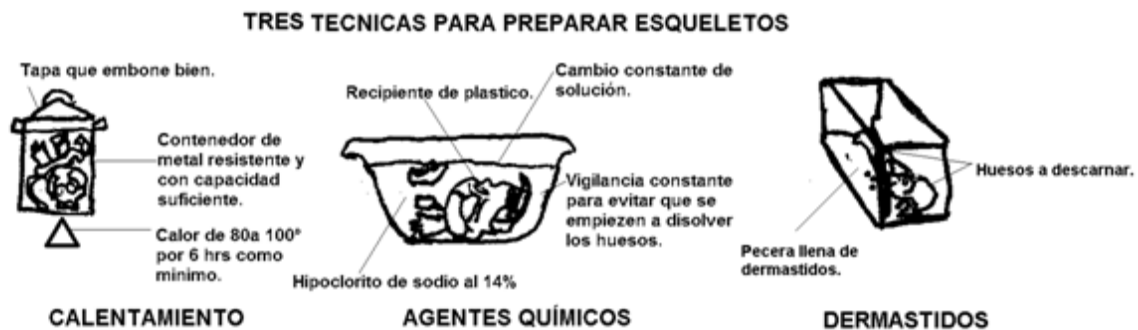




Cuando no existe material de tamaño suficiente para esta técnica pero todavía tienen adheridos restos de tejido se pueden utilizar tres métodos para preparar los esqueletos,<sup>142</sup> el primero consiste en hervirlos en un recipiente resistente en agua simple por lo menos 6 horas a una temperatura entre 80 y 100°.

El segundo método consiste en sumergirlos en sustancias químicas como el hipoclorito de sodio al 14 % aunque Morales nos recuerda que debemos de estar muy pendientes de que este no dañe al esqueleto además de que debemos estar cambiando constantemente la solución.

El tercer método muy efectivo pero tardado consiste en colocar los restos con unos pequeños insectos muy voraces que en un tiempo determinado terminan de desprender los pequeños restos orgánicos adheridos que se conocen como dermastidos.



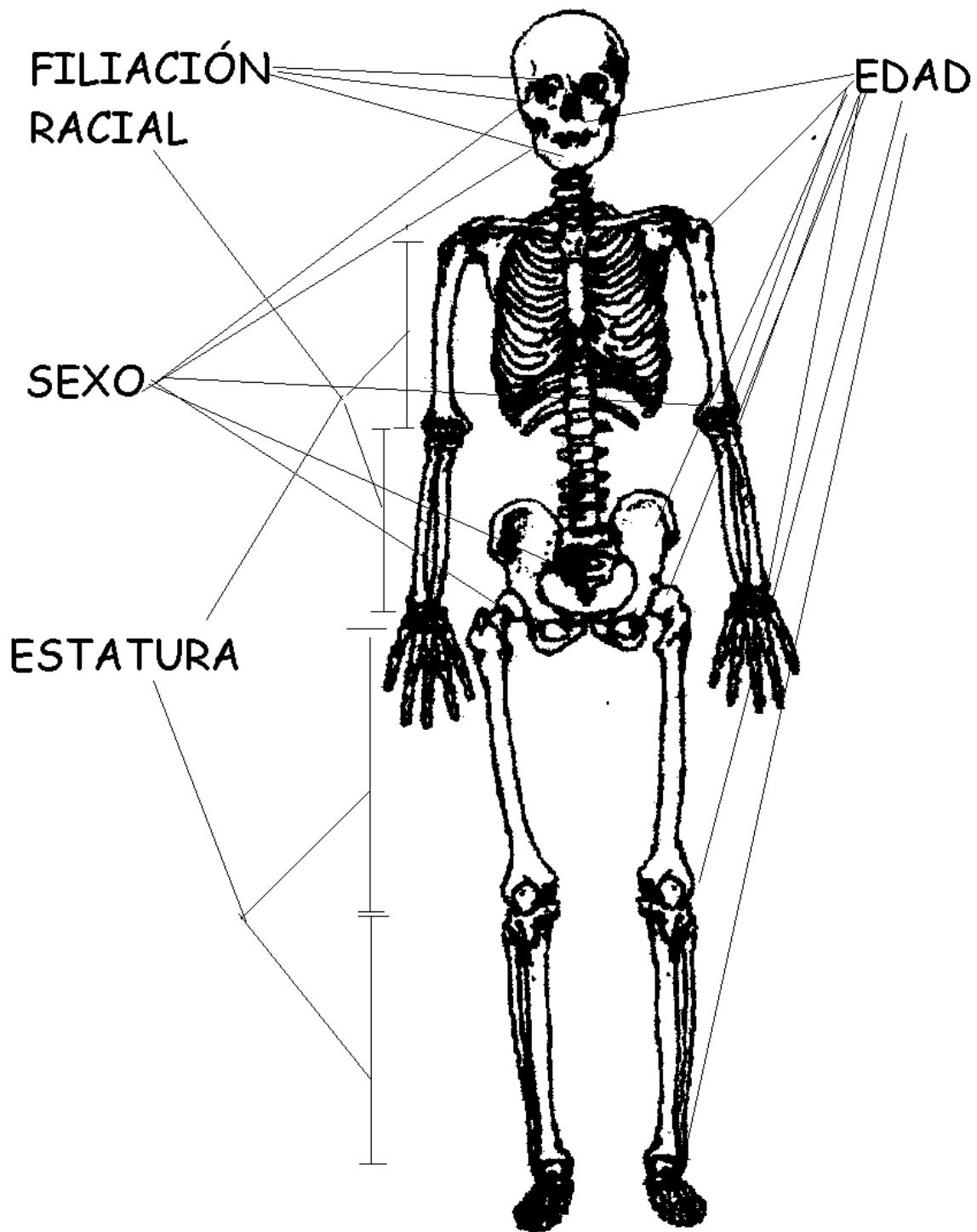
Obviamente la primera y segunda técnicas requiere que se le de a los restos así tratados un tiempo de secado pertinente antes del estudio, esto se puede hacer en la sombra o bien en un horno de secado.

Ahora si podemos pasar a el estudio de la tétrada para determinar, edad, sexo, raza y estatura para lo cual utilizamos todo el esqueleto<sup>143</sup>.

<sup>142</sup> Rodríguez 2002:156-7 y Morales 2010:323

<sup>143</sup> Erzincioğlu 2012:114

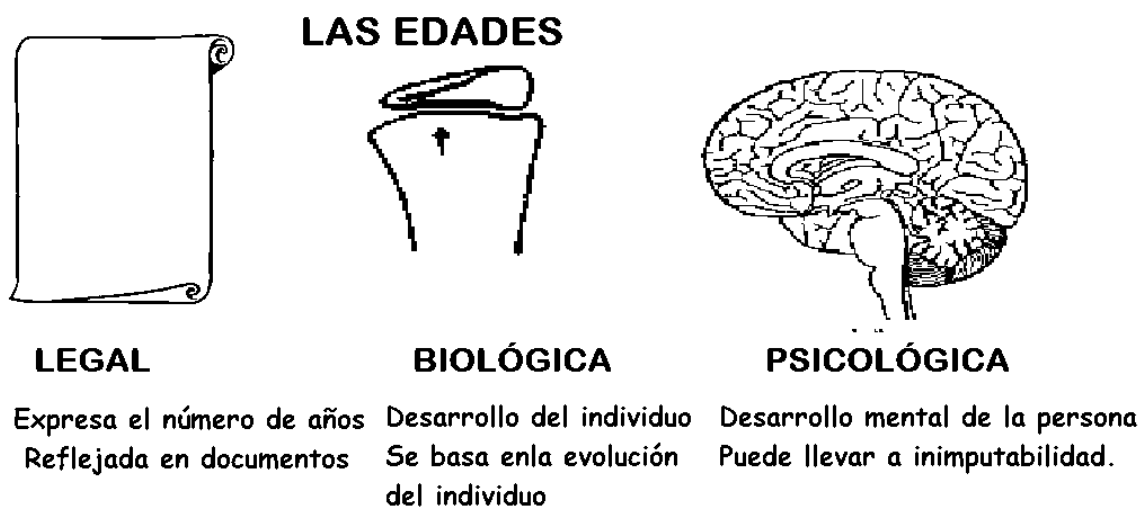
# LA TETRADA IDENTIFICATIVA



Para determinar la edad necesitamos basarnos en los criterios de desarrollo biológico que se encargan de observar los cambios en el desarrollo del esqueleto y los dientes<sup>144</sup> hasta llegar a la edad adulta y después de esta los cambios degenerativos del mismo<sup>145</sup>.

Es importante antes de hablar de edad decir aunque sea de forma muy breve que existen dos tipos de edades por un lado la edad cronológica que es el número de años que tiene el individuo y que se constata por documentos, mientras que la edad biológica es el grado de desarrollo que tiene el individuo.

Obviamente existe un margen de correspondencia entre estas dos edades por lo que no podemos determinar tajantemente la edad cronológica sino que tenemos que determinar la edad biológica<sup>146</sup> en un rango de variación que debe corresponder con la edad cronológica.



También es importante tomar el máximo número de elementos posibles para dar un diagnóstico de edad más confiable.

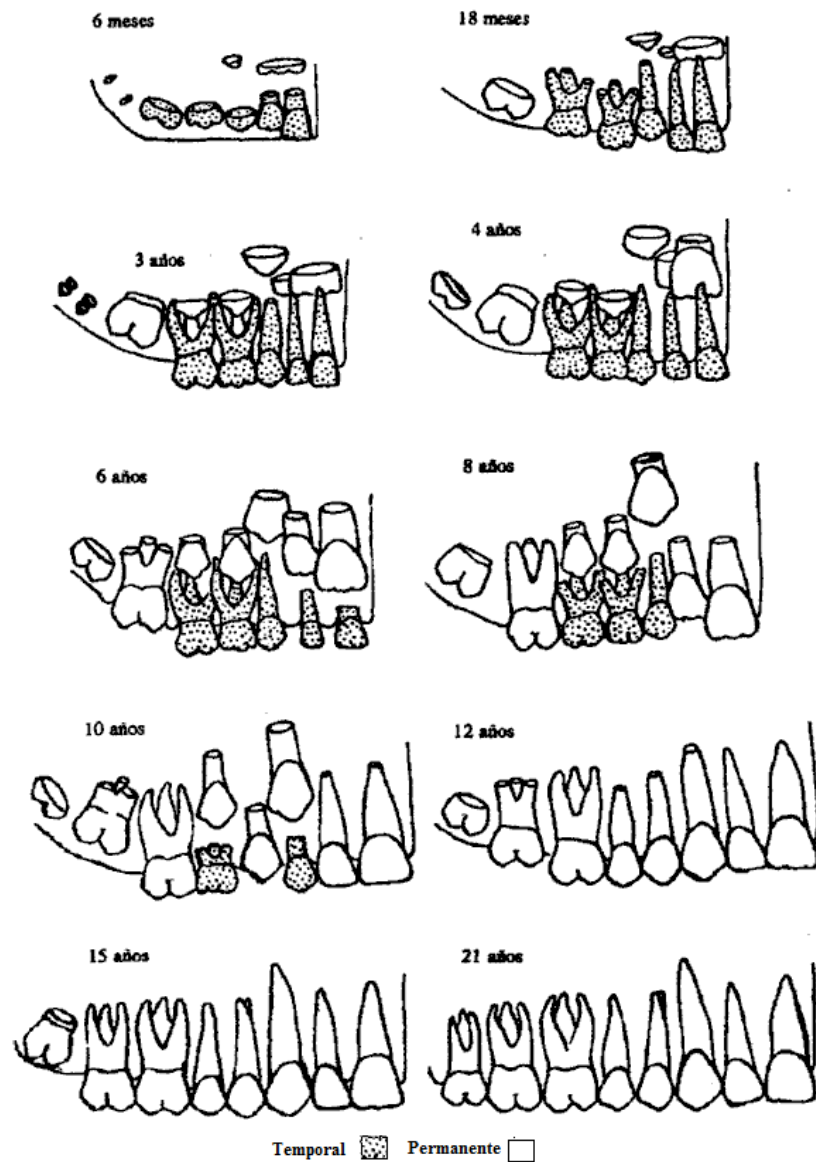
El primer criterio utilizado para determinar la edad es la secuencia de erupción dental<sup>147</sup>, existen dos tipos de dentaduras la decidua y la permanente, las cuales se pueden identificar tanto por su forma como por sus dimensiones. Cada pieza empieza a desarrollarse a una edad determinada y puede observarse a simple vista desde que empieza a perforar el hueso hasta totalmente desarrollada o en el caso de individuos infantiles en muda.

<sup>144</sup> Estos cambios han sido muy estudiados por los pediatras para determinar el sano crecimiento de los niños y de ellos se han aprovechado algunos estudios para aplicarlos en antropología forense.

<sup>145</sup> Ubelaker 2007:83

<sup>146</sup> Bahn 2002:99

<sup>147</sup> Krenzer 2006III:33



Modificado de Brothwell 1987:96

**CUADRO 1**  
**EDADES DE ERUPCIÓN DE LA DENTADURA HUMANA**

<b>PIEZA</b>	<b>Primera dentición</b>	<b>Segunda dentición</b>
Incisivo central	7	7/8
Incisivo lateral	9	8/9
Canino	18	10/12
Primer premolar	/	10/12
Segundo premolar	/	10/12
Primer molar	14	6/7
Segundo molar	24	12/13
Tercer molar	/	17/21
	<b>M A N D I B U L A</b>	
Incisivo central	7	7/8
Incisivo lateral	6	6/7
Canino	16	9/10
Primer premolar	/	10/12
Segundo premolar	/	10/12
Primer molar	12	10/12
Segundo molar	20	11/12
Tercer molar	/	17/21

Si bien esto se puede determinar a simple vista es conveniente tener estudios radiográficos<sup>148</sup> para poder determinar no solo las piezas ya emergidas sino también el desarrollo intraoseo de las piezas<sup>149</sup> o bien en algunos casos la presencia de terceros molares que por espacio nunca van a emerger pero se desarrollan y quedan encapsulados<sup>150</sup>.

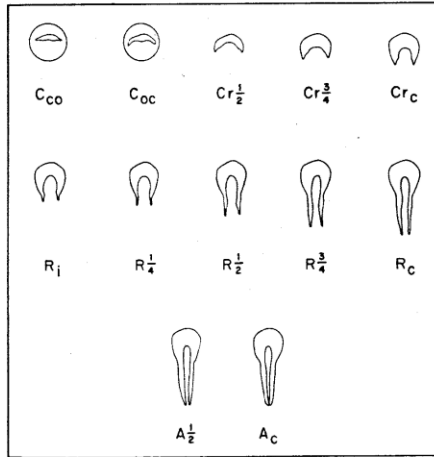
---

<sup>148</sup> Brothwell 1987:97

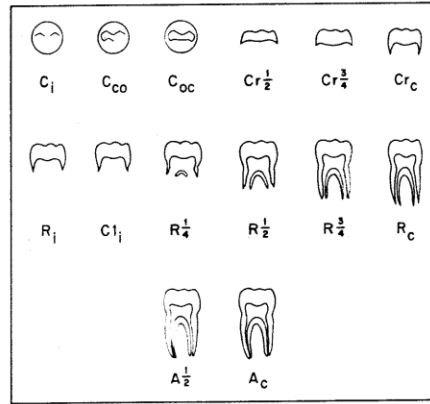
<sup>149</sup> Krenzer 2006III:26

<sup>150</sup> Salas 1977:24

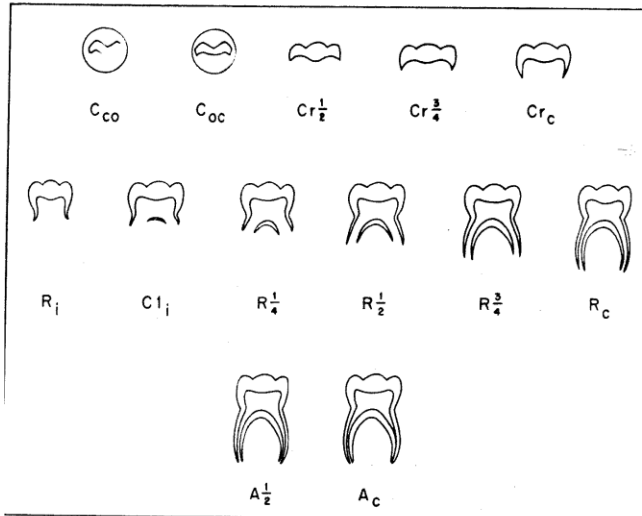
## EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DE PIEZAS DANTALES



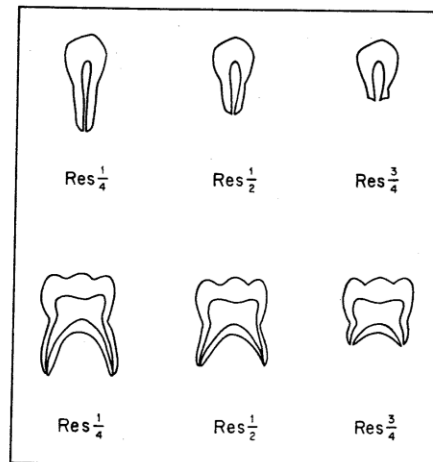
CANINOS



MOLARES



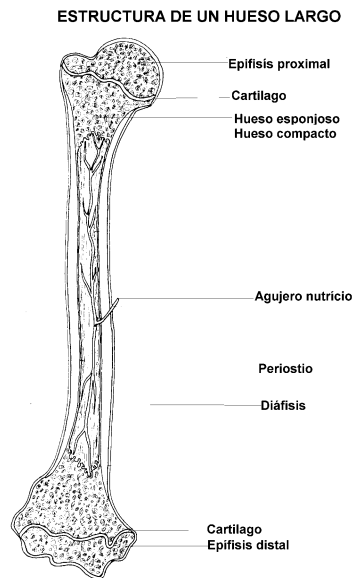
MOLARES PERMANENTES



CANINOS Y MOLARES DECIDUALES

El segundo criterio es la fusión de las epífisis y diáfisis en el esqueleto mamífero los huesos se desarrollan a partir de cartílagos de crecimiento ubicados entre los extremos y las partes

centrales de los huesos que anatómicamente se conocen como epífisis y la parte central como diáfisis<sup>151</sup>.



Esto le permite al individuo ir creciendo en longitud y anchura o sea ir aumentando de talla y de diámetros hasta llegar a sus características adultas época en la que se fusionan estos centros de osificación independientes para formar un hueso único.

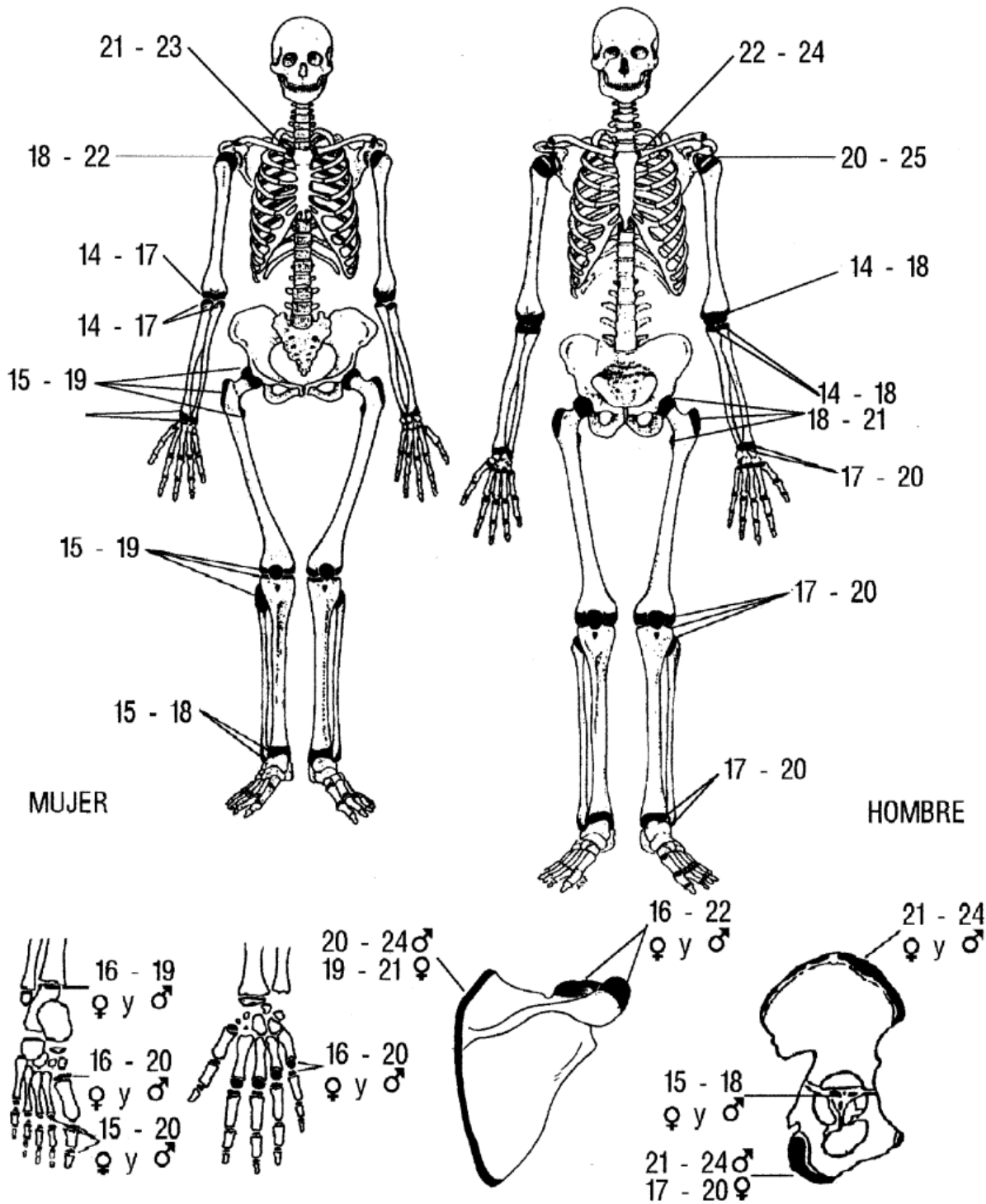
Por eso es muy importante que se rescaten los esqueletos completos porque en el caso de niños y subadultos a veces son muy visibles las diáfisis por su tamaño mayor pero las epífisis por ser pequeñas pueden quedar en el terreno y nunca ser rescatadas.

Si conocemos la edad a la que se fusionan las epífisis y diáfisis del esqueleto podemos determinando cuales ya están fusionadas y cuales todavía faltan de fusionar emitir una edad biológica bastante aproximada.

---

<sup>151</sup> Sorg 2003:88

# EDADES DE FUSION DE LAS PARTES DE LOS HUESOS



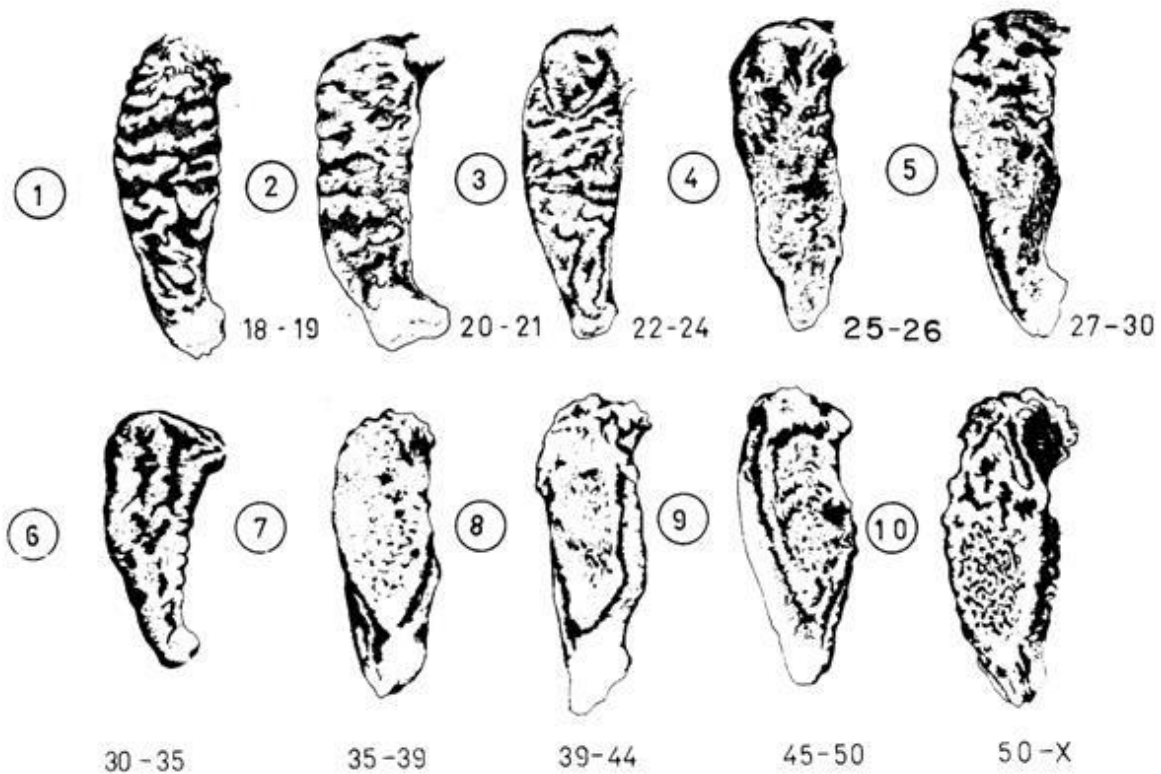


<sup>153</sup> Salas 1977:23 Rodríguez 1994:61 y Sorg 2003:91

Los cambios degenerativos también son importantes para determinar la edad sobre todo en los individuos adultos en los que su esqueleto ya alcanzo el máximo desarrollo motivo por el cual solo le queda irse degenerando.

Dentro de estos cambios tenemos dos muy importantes, el primero son los cambios en la sínfisis púbica y el segundo es la invasión de grasa en el canal medular de los huesos largos.

Los cambios en la sínfisis púbica fueron estudiados por Todd<sup>154</sup> y pueden dividirse en 10 estadios muy bien definidos que nos permiten determinar la edad de los 18 a los 50 años<sup>155</sup>.



---

<sup>154</sup> Salas 1977:28-9

<sup>155</sup> Ublelaker 2007:94-5

## CUADRO 2

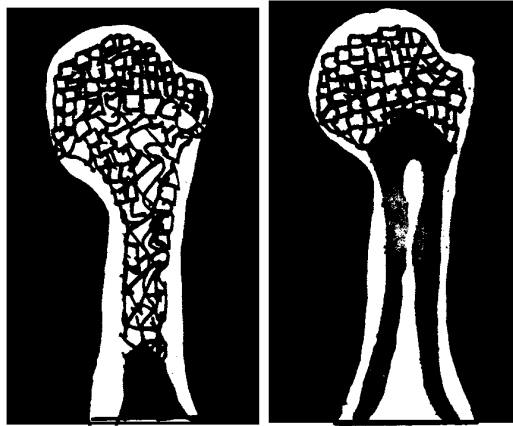
### CAMBIOS EN LA SÍNFISIS PUBICA

ESTADIO	EDAD	CAMBIOS
1	18-19	Superficies rugosas con crestas horizontales separadas por surcos, No existen nódulos.
2	20-21	Los surcos son menos marcados y pueden aparecer algunos nódulos y empiezan a aparecer crestas verticales
3	22-23	Existe una obliteración de las crestas. Se da una mejor definición del borde dorsal y comienzan los cambios degenerativos.
4	24-26	Gran incremento de los ángulos en el área ventral, se da una mejor definición en el borde inferior.
5	27-30	Pocos cambios en la cara sinfísal, surge una eminencia y se forma una pequeña extremidad superior con o sin nódulo.
6	30-35	Se completa el contorno oval de la cara articular. Se completa la eminencia ventral y al igual que la porción articular se vuelve granulosa. En esta etapa las variaciones individuales se hacen más notables
7	36-39	Se sustituye la textura granular de la fase anterior por hueso de textura fina. Se empieza a notar el crecimiento óseo de los tendones.
8	39-44	Las caras sinfísal y dorsal son lisas, el contorno oval está totalmente definido y no existen labiaciones.
9	45-50	Los bordes están bien marcados. En el borde dorsal se da una labiación uniforme mientras que en el ventral se da irregular.
10	50 y mas	Se dan cambios en la cara articular. Se da una osificación irregular y se producen cambios degenerativos que aumentan con la edad.

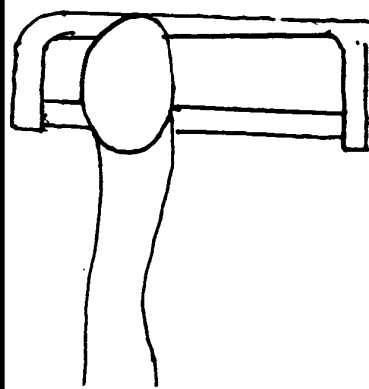
El otro cambio importante es el avance del canal medular a medida que envejecemos gradualmente se van sustituyendo la medula ósea de los huesos por grasa avanzando esta de una manera más o menos constante de manera que podemos medir cuanto ha avanzado el canal medular para determinar la edad.

Para lo cual se pueden utilizar dos métodos el más común es la toma de placas radiográficas, lo cual da cierta deformidad por lo que un grupo de antropólogos cubanos optaron por cortar directamente el hueso, lo cual implica destrucción de la evidencia<sup>156</sup>.

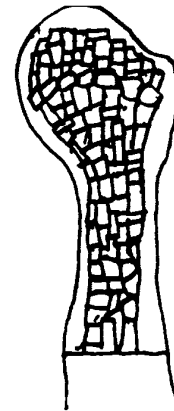
#### DETERMINACIÓN DE LA EDAD POR MEDIO DEL AVNCE DEL CANAL MEDULAR



Radiografía del húmero de un individuo de 40 años y otro de 60



Acérado del húmero



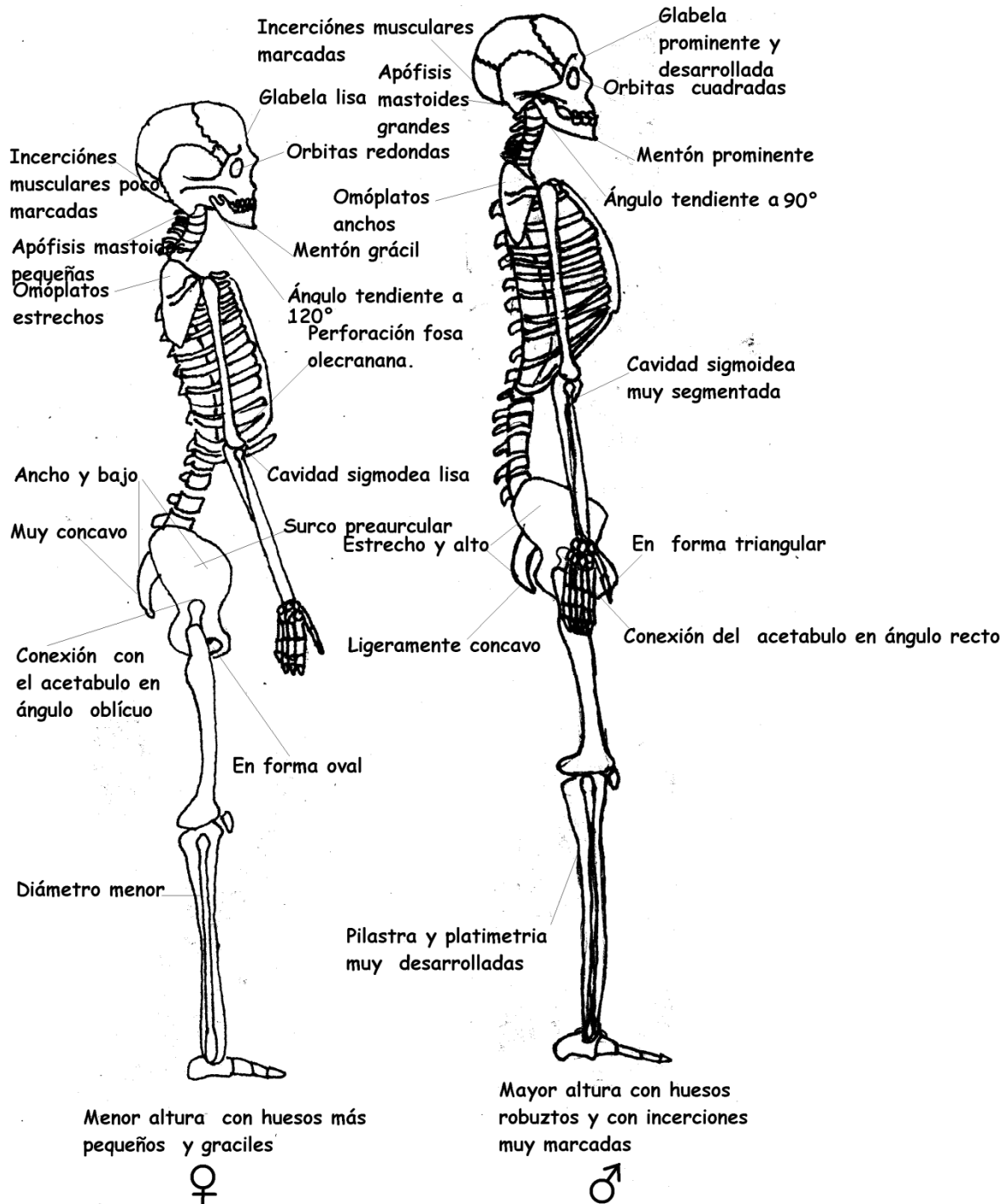
Hueso cortado

La segunda cuestión a determinar es el sexo que a diferencia de los demás caracteres básicos de identificación solo posee dos variables posibles, masculino o femenino para este análisis contando con la cabeza ósea y la pelvis tenemos el 95% de posibilidades de determinarlo correctamente.

---

<sup>156</sup> Simonin 1973:862

## DIFERENCIAS SEXUALES EN EL ESQUELETO

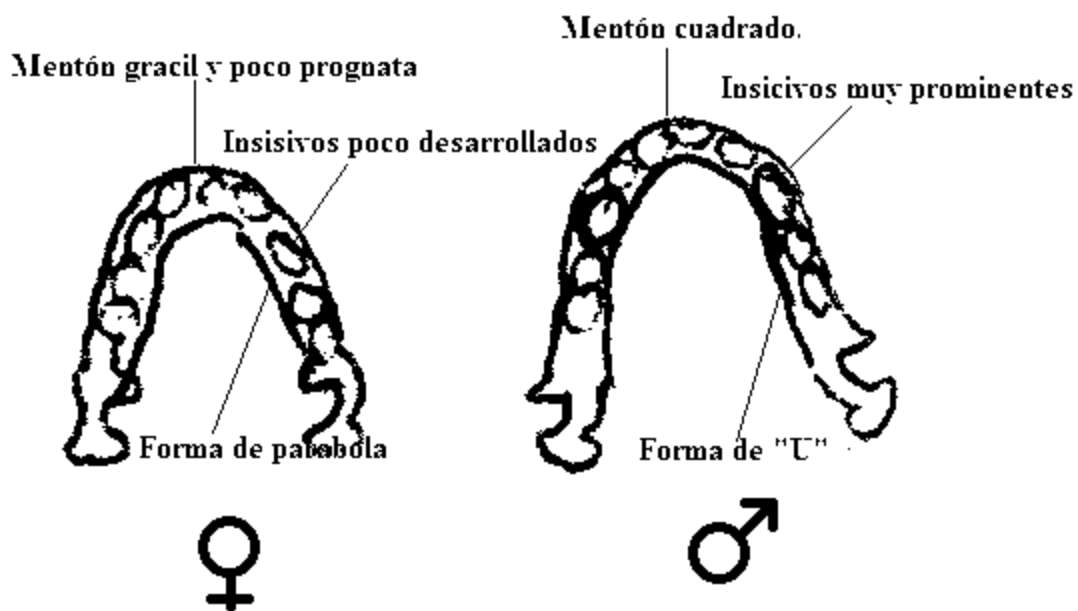


En los individuos subadultos tenemos que tomar criterios diferentes que en el adulto para determinar el sexo.

En la mandíbula podemos observarla desde arriba para determinar el sexo, en el individuo masculino el prognatismo esta más desarrollado que en el sexo femenino además de que el mentón es cuadrado mientras en el sexo femenino es redondeado.

Los incisivos son más prominentes en el sexo masculino lo que provoca que la mandíbula tenga forma de "U" mientras en el sexo femenino tiene forma de parábola<sup>157</sup>.

### VISTA SUPERIOR DE LA MANDIBULA PARA DETERMINAR EL SEXO

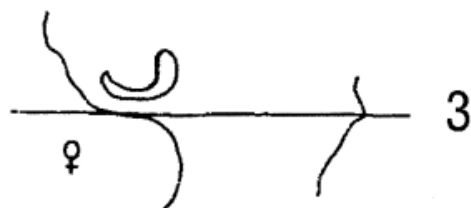
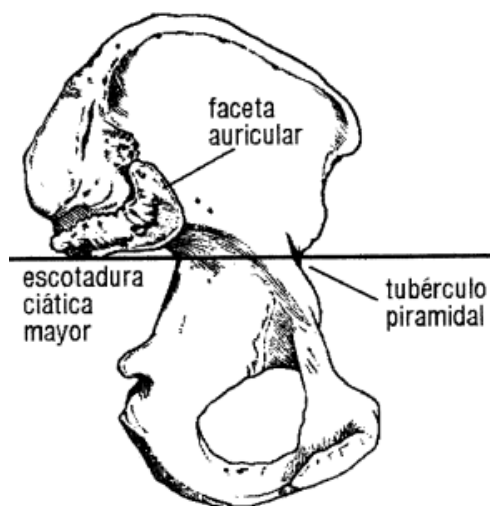


Otro elemento útil para determinar el sexo es la forma de la escotadura ciática que es un criterio que nos va a ayudar a determinar el sexo en todas las etapas de la vida. En el sexo masculino tiene forma de "L" mientras que en el sexo femenino presenta dos formas por un lado la forma de "C" y por otra la de triángulo escaleno.

---

<sup>157</sup> Krenzer 2006 II:3

# FORMAS DE LA ESCOTADURA CIÁTICA MAYOR Y DE LA CARILLA AURICULAR



En la cabeza tenemos dos conjuntos de huesos por un lado el cráneo y por otro la mandíbula los cuales observamos para determinar el sexo<sup>158</sup>.

Para fines didácticos expondré en orden los principales criterios para determinar el sexo primero en el cráneo y después en la mandíbula.

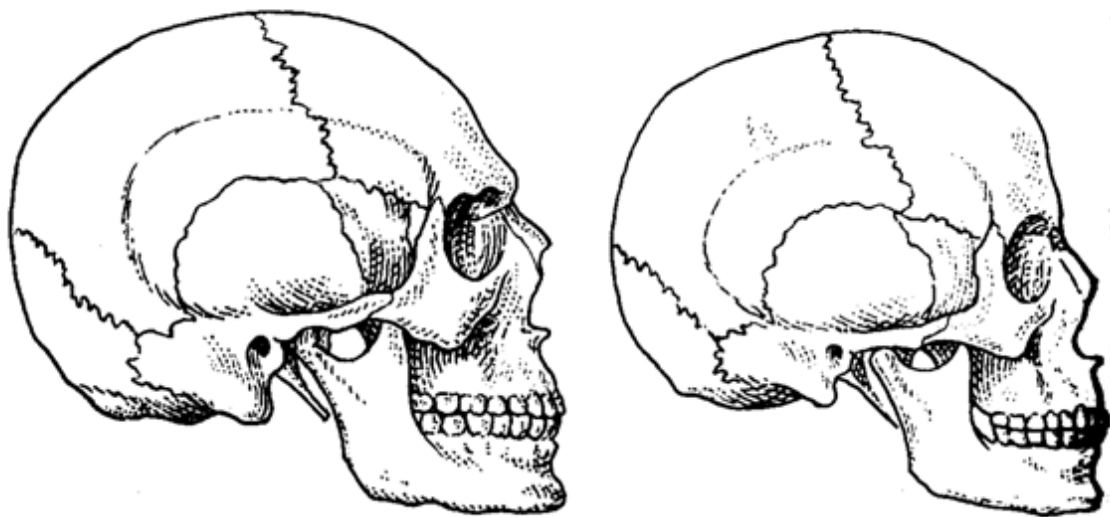
Las apófisis mastoides masculinas son más desarrolladas y grandes<sup>159</sup> se piensa que un cráneo es masculino si al apoyarlo en la mesa con su mandíbula se apoyan las apófisis sobre la mesa en caso del femenino estas no entran en contacto.

Las inserciones musculares en la nuca están más desarrolladas en el sexo masculino que en el femenino<sup>160</sup>, la región de la frente en el hombre es rugosa y bien desarrollada mientras que en el sexo femenino es grácil.

Las orbitas son cuadradas en el sexo masculino mientras que en el femenino tienden a ser redondeadas y gráciles.

Los malaros son más desarrollados en el sexo masculino que en el femenino.

La mandíbula masculina tiende a los 90° mientras que la femenina es obtusa y tiende a 120° además de la forma de "U" o parábola que tratamos en los subadultos.



Cráneo de hombre.

Cráneo de mujer.

Tomado de Somonnin 1973:846

---

<sup>158</sup> Platt 2012:28-9

<sup>159</sup> Ubelaker 2007:74

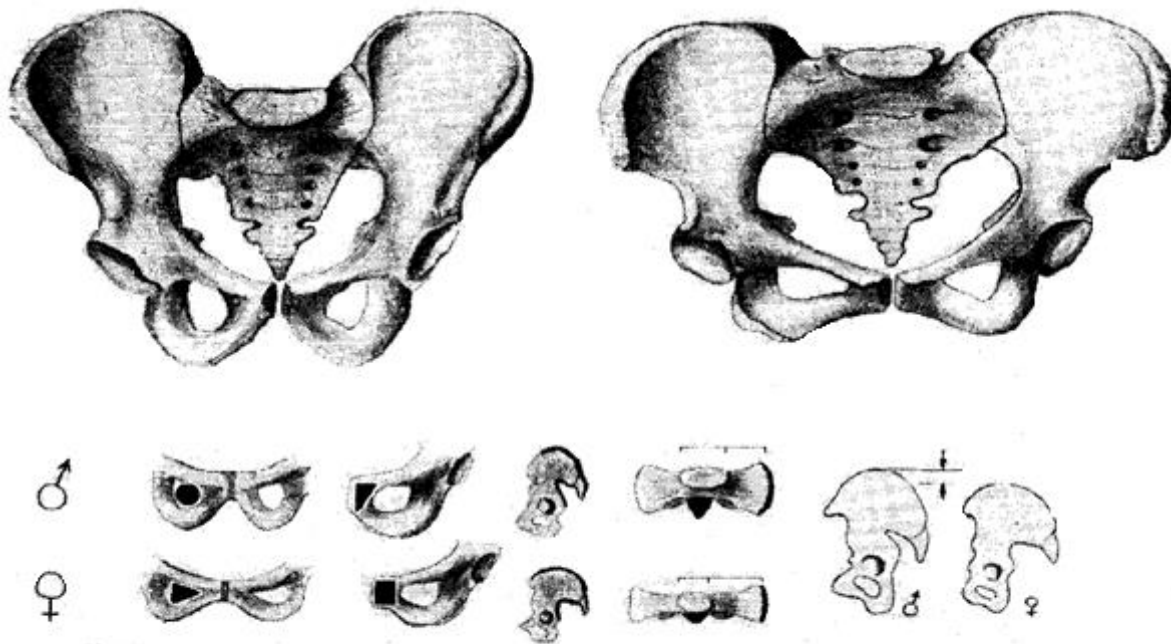
<sup>160</sup> Krenzer 2006II:6



En la pelvis podemos decir en conjunto que la masculina es estrecha y alta mientras que la femenina es ancha y baja<sup>161</sup> esto se debe principalmente a que la mujer necesita cierta amplitud para el embarazo y el parto, lo que el sexo masculino no requiere<sup>162</sup>.

El agujero obturador en el sexo femenino es triangular mientras que en el sexo masculino es oval.

El embarazo también modifica la pelvis desarrollándose con mucho mas frecuencia en la mujer el surco pre auricular como consecuencia de los requerimientos de mayores aéreas de anclado muscular en esta etapa<sup>163</sup>.



Tomado de Reimann 1987:63

El tercer punto es la filiación étnica<sup>164</sup> para establecerla nos basamos en una serie de características tanto morfológicas como métricas para intentar inferir este aspecto.

Si de por si en el ser humano en vida es muy difícil determinar la filiación de un individuo esto se hace más riesgoso en un individuo en reducción esquelética por lo cual mencionaremos muy en general las características típicas de los tres grupos raciales extremos entendiendo que el individuo no necesariamente contiene todas estas características ni menos tan exageradamente marcadas como las representa el dibujo.

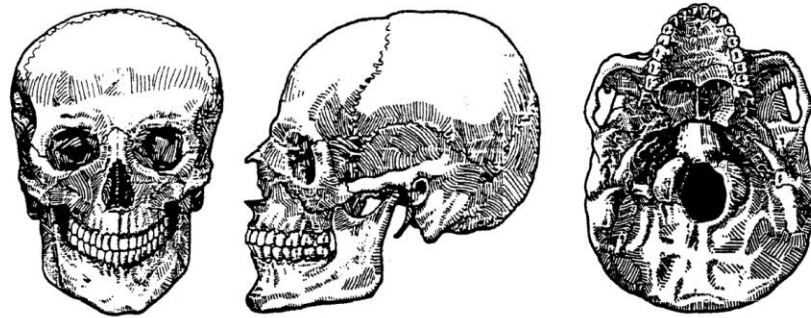
<sup>161</sup> Ubelaker 2007:74

<sup>162</sup> Krenzer 2006II:12

<sup>163</sup> Vargas 2008:119

<sup>164</sup> Se ha mencionado mucho que no existen las razas sino variedades étnicas sin embargo el dividir a la población por sus características físicas ayuda mucho a reducir la población a identificar motivo por el cual incluyo este apartado entendiendo que no existe una superioridad o inferioridad solo un conjunto de características físicas.

El individuo caucásico tiene el cráneo alargado con la nariz estrecha, orbitas redondeadas y con un paladar en forma de parábola<sup>165</sup>, el individuo negro posee también el cráneo alargado pero la nariz es más ancha y con el paladar en forma de “U”, con orbitas cuadradas y el individuo de raza oriental se considera que contiene un cráneo medio con pómulos muy desarrollados y presenta con mucha frecuencia los incisivos en pala<sup>166</sup>.



CRANEO CAUCASICO



CRANEO NEGROIDE



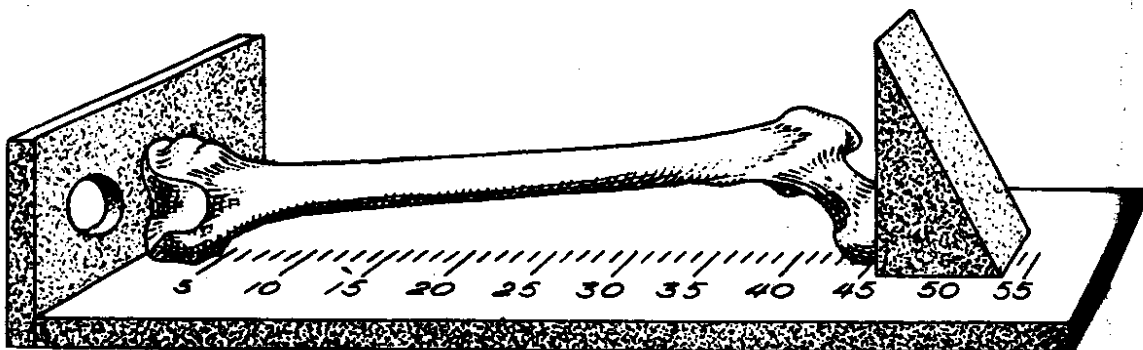
CRANEO MONGOLOIDE

---

<sup>165</sup> Ubelaker 2007:139

<sup>166</sup> Ver odontología

Por ultimo tenemos la estatura que se puede determinar principalmente a partir de la medición de los huesos largos y la búsqueda de estos valores en tablas ya establecidas como las propuestas por Manovire o Genovés.



**CUADRO 3**

**TABLAS DE MANOUVRIER PARA CALCULAR LA ESTATURA**

**MASCULINOS**

**FEMENINOS**

PERONÉ	TIBIA	FÉMUR	TALLA	HÚMERO	RADIO	CÚBITO	PERÓNE	TIBIA	FÉMUR	TALLA	HÚMERO	RADIO	CÚBITO
318	319	392	1550	295	213	227	283	284	363	1400	263	193	203
323	324	394	1552	298	216	231	288	289	368	1420	266	195	206
328	330	404	1571	302	219	235	293	294	373	1440	270	197	209
333	335	410	1590	306	222	239	298	299	378	1455	273	199	212
338	340	416	1605	309	225	243	303	304	383	1470	276	201	215
344	346	422	1625	313	229	246	307	309	388	1488	279	203	217
349	351	428	1534	316	232	249	311	314	393	1497	282	205	219
353	357	434	1644	320	236	253	316	319	398	1513	285	207	222
358	362	440	1654	324	239	257	320	324	403	1528	289	209	225
363	368	446	1666	324	243	260	325	329	408	1543	292	211	228
373	378	460	1686	336	249	266	330	334	415	1556	297	214	231
378	383	467	1697	340	252	270	336	340	422	1568	302	218	235
383	389	475	1716	344	255	273	341	346	429	1582	307	222	239
388	394	482	1730	348	258	276	346	352	436	1595	313	226	243
393	400	490	1754	352	261	280	351	358	443	1612	318	230	247
398	405	497	1767	356	264	283	356	364	450	1630	324	234	251
403	410	504	1785	360	267	287	361	370	457	1650	329	238	255
408	415	512	1812	364	270	290	366	376	464	1670	334	242	258
413	420	519	1830	368	273	293	371	382	471	1692	339	246	261
							376	388	478	1715	344	250	264

Tomado de Comas 1957:405-6

Sin embargo existe mucha variabilidad con respecto no solo al sexo sino también a la raza puesto que las proporciones entre los segmentos corporales pueden variar mucho por este factor motivo por el cual en la actualidad se recomienda determinar la raza y aplicar la medida de los huesos largos en ecuaciones como las propuestas por Trotter y Glesser.

#### CUADRO 4

##### ECUACIONES DE REGRESION PARA CALCULAR LA ESTATURA PROPUESTAS POR TROTTER Y GLESSER

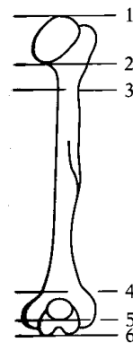
<b>BLANCOS</b> $1,31 (\text{Fém} + \text{Per}) + 63,05$ $1,26 (\text{Fém} + \text{Tib}) + 67,09$ $2,60 \text{ Per} + 75,50$ $1,82 (\text{Húm} + \text{Rad}) + 67,97$ $1,78 (\text{Húm} + \text{Cub}) + 66,98$ $2,98 \text{ Húm}] + 78,10$ $3,79 \text{ Rad} + 79,42$ $3,76 \text{ Cub} + 75,55$	<b>BLANCAS</b> $0,68 (\text{Húm} + 1,17 \text{Fém}) + 1,15 + \text{Tib} 50,12$ $1,39 (\text{Fém} + \text{Tib}) + 53,20$ $2,93 \text{ Per} + 59,61$ $2,90 \text{ Tib} + 61,53$ $1,35 (\text{Húm} + 1,95 + \text{Tib} + 52,77$ $2,47 \text{ Fem} + 54,10$ $4,74 \text{ Rad} + 54,93$ $4,27 \text{ C[ub} + 57,76$ $3,36 \text{ Hum} + 57,97$
<b>NEGROS</b> $1,20 (\text{Fém} + \text{Per}) + 67,77$ $1,15 (\text{Fém} + \text{Tib}) + 71,75$ $2,10 \text{ Fém} + 72,22$ $2,19 \text{ Tib} + 85,30$ $2,34 \text{ Per} + 80,07$ $1,66 (\text{Húm} + \text{Rad}) + 73,08$ $1,65 (\text{Húm} + \text{Cub}) + 70,67$ $2,88 \text{ Húm}] + 75,48$ $3,32 \text{ Rad} + 85,43$ $3,20 \text{ Cub} + 82,77$	<b>NEGRAS</b> $0,44 (\text{Húm} + \text{Rad}) + 1,46$ $1,53 (\text{Fém} + \text{Tib}) + 58,54$ $2,28 \text{ Fém} + 59,76$ $1,08 (\text{Húm} + \text{Tib}) + 62,88$ $2,45 \text{ Tib} + 72,65$ $2,49 \text{ Per} + 70,90$ $3,08 \text{ Húm}] + 64,67$ $3,31 \text{ Cub} + 75,38$ $3,67 \text{ Rad} + 71,79$
<b>MONGOLOIDES</b> $1,22 (\text{Fém} + \text{Per}) + 70,24$ $1,22 (\text{Fém} + \text{Tib}) + 70,37$ $2,40 \text{ Per} + 80,56$ $2,15 \text{ Fém} + 72,57$ $2,39 \text{ Tib} + 81,45$ $1,68 (\text{Húm} + \text{Cub}) + 71,18$ $1,67 (\text{Húm} + \text{Rad}) + 74,83$ $2,68 \text{ Húm}] + 83,19$ $3,54 \text{ Rad} + 82,00$ $3,48 \text{ Cub} + 77,45$	

Tomado de Brothwell 1987: 146

Si bien estas tablas fueron diseñadas para huesos completos a veces solo se nos entrega un fragmento de hueso en cuyo caso es un poco mas difícil aunque no imposible determinar la talla.

En estos casos tenemos que ir primeramente a identificar el hueso del que se trata y el fragmento que tenemos para posteriormente hacer los cálculos que recomienda Vázquez para cada segmento óseo.

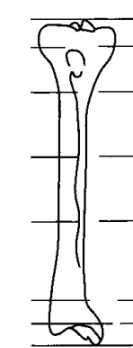
#### RELACIÓN ENTRE SEGMENTOS DE ALGUNOS HUESOS Y LA ESTATURA



<i>Húmero</i>	1-6	Húmero completo: 100%
	1-2	Cabeza: $11,44 \pm 1,71\%$
	2-3	Confluencia de las líneas convergentes desde la tuberosidad mayor: $7,60 \pm 1,67\%$
	3-4	Desde el margen superior a la fosa olecraniana: $69,62 \pm 1,74\%$
	4-5	Del margen inferior a la fosa olecraniana: $6,26 \pm 0,90\%$
	5-6	Desde la extremidad inferior del húmero a la fosa olecraniana: $5,47 \pm 0,86\%$



<i>Radio</i>	1-5	Radio completo 100%
	1-2	Hasta el margen inferior de la cabeza: $5,35 \pm 1,31\%$
	2-3	Hasta el punto medio de la tuberosidad radial: $8,96 \pm 1,95\%$
	3-4	Hasta el nivel del plano más inferior de diáfisis-epífisis: $78,72 \pm 0,25\%$
	4-5	Hasta el extremo de la apófisis estiloides del hueso: $7,46 \pm 1,10\%$



<i>Tibia</i>	1-8	Tibia completa: 100%
	1-2	Hasta el nivel del plano superior espifisodiafisario: $7,88 \pm 1,31\%$
	2-3	Hasta el punto medio de la tuberosidad tibial: $4,84 \pm 1,31\%$
	3-4	Hasta la confluencia de las líneas que van desde la extremidad inferior de la tuberosidad: $8,86 \pm 0,93\%$
	4-5	Hasta el punto del perímetro menor del hueso: $48,54 \pm 4,27\%$
	5-6	Hasta el nivel del plano más inferior epifisodiafisario: $22,09 \pm 3,35\%$
	6-7	Hasta el nivel de la superficie articular inferior: $3,29 \pm 0,74\%$
	7-8	Hasta el extremo maleolar del hueso: $5,03 \pm 0,92\%$

Ya con estos datos básicos podemos pasar a la identificación de la persona a través de dos métodos por un lado si se sospecha de quien puede tratarse se puede hacer una sobreposición ya sea radiográfica o de la fotografía del cráneo con la de un sujeto en vida para ver si coincide o no en lo que se conoce como fotoidentikit<sup>167</sup>.

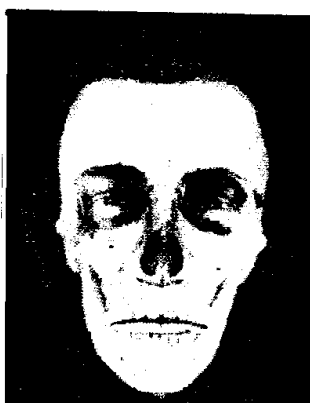
### TECNICA DE FOTOIDENTKIT



FOTOGRAFÍA DEL CRÁNEO



FOTOGRAFÍA DEL SUJETO EN VIDA



SOBREPOSICIÓN DE AMBOS

La reconstrucción del rostro del individuo se puede hacer colocando puntos de grosor conocido en algunas regiones específicas para luego rellenar los espacios vacíos con plastilina<sup>168</sup>.

---

<sup>167</sup> Moreno 1990:258

<sup>168</sup> Ubelaker 2007:141

## PROCESO DE RECONSTRUCCION ESCULTORICA FACIAL



Limpieza del cráneo  
y duplicación del mismo.



Colocación de marcadores  
no deformables unidos por  
bandas de plastilina.



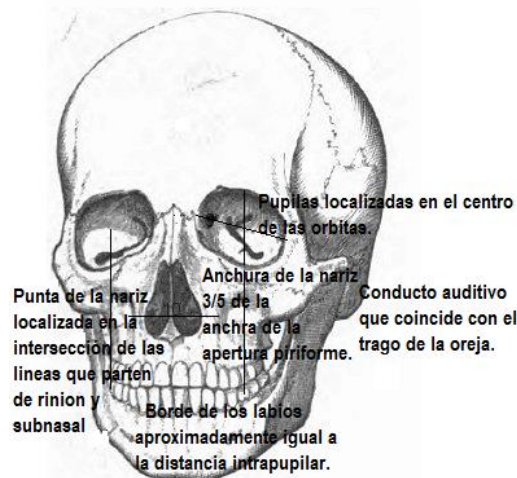
Rellenado de los espacios  
vacíos con mas plastilina.



Agregado de orejas nariz  
y cejas.

Ahora la tecnología nos permite realizar esta reconstrucción de manera automática auxiliados por una computadora con cámaras de video, sea en escultura o bien con la computadora<sup>169</sup> es importante recordar algunas relaciones anatómicas entre el cráneo y la cara que menciona Lara<sup>170</sup>, las pupilas se ubican en el centro de las orbitas para ubicarlas se puede medir con el compás de ramas rectas la altura y anchura de cada orbita, la anchura de los labios es equivalente a la distancia interpupilar la anchura de la nariz es 3/5 partes de la anchura de la apertura piriforme el o centro del oído se encuentra alrededor del conducto auditivo externo.

### ALGUNAS RELACIONES ENTRE EL CRÁNEO Y LA CARA



Un elemento útil para la identificación de las personas son la colocación de materiales biomédicos con diversos fines, puesto que estos están contruidos de manera individual para cada sujeto y muchas veces contienen números de serie que podemos confrontar con la información procedente del hospital donde les fue colocada la pieza para identificar a la persona.

<sup>169</sup> Platt 2012:30

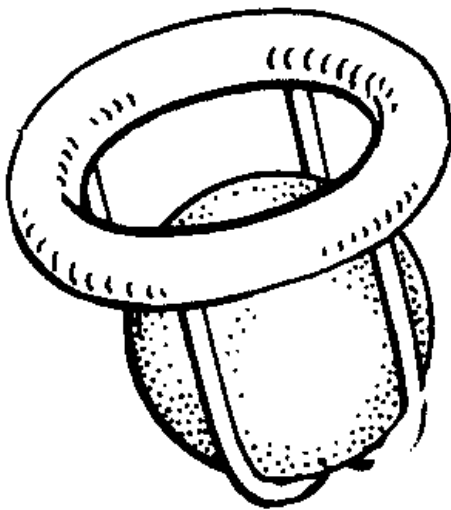
<sup>170</sup> Lara 2009:81

Estos materiales tienen la característica de que son hechos de un material inerte y resistente a las circunstancias del medio ambiente lo que muchas veces le da resistencia a los factores ambientales adversos y puede conservarse enterrado por mucho tiempo en condiciones optimas y al excavar el arqueólogo puede recuperarlos con facilidad.

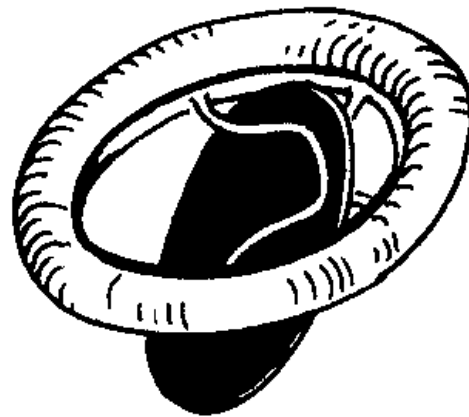
Dentro de estas prótesis tenemos las dentales que cada vez es más común encontrar alguna de estas piezas para obturar una pieza cariada o bien para sustituir una pieza faltante, como veremos en la sección siguiente es común que el odontólogo reconozca las piezas que fabrico así como tenga fotografías o moldes de los mismos que permitan identificar al sujeto.

Otra prótesis común son las válvulas cardiacas que son colocadas entre las cámaras de los corazones de las personas enfermas de estenosis o estrechamiento así como en las personas en las que el cierre no es adecuado y dejan pasar sangre.

Estas válvulas generalmente se fabrican de silicón lo que les da la resistencia suficiente para encontrarlas varios años después del sepelio.



**Válvula de  
Starr-Edwards**



**Válvula de  
Bjork-Shiley**

También es común encontrar aparatos auditivos para la sordera puesto que mucha gente por el envejecimiento o por el ruido intenso pierde la audición y necesita un auxiliar de este tipo.

Lamentablemente con el paso de la tecnología cada vez se hacen más pequeños siendo en la actualidad unas piezas difíciles de localizar motivo por lo cual es importante el cernido de la tierra antes de deshacernos en definitiva de ella.

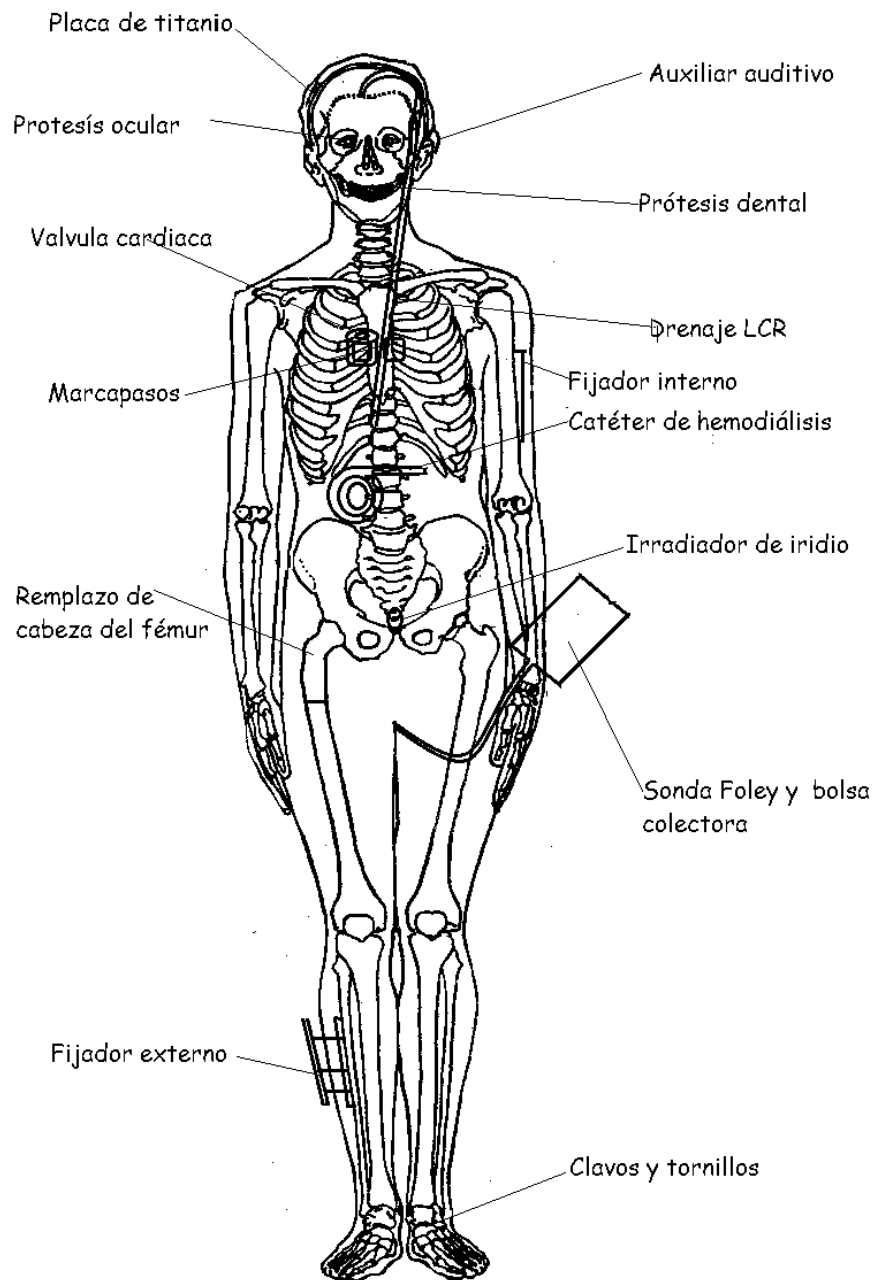


Otro material que se pueden encontrar con cierta frecuencia son placas de metal utilizadas por los ortopedistas para reparar y realinear fracturas por su misma naturaleza son difíciles de corroer y permanecen fijas al hueso lo que nos permite identificar con facilidad al poseedor de una de estas.

Si bien generalmente no tienen numeración se pueden comparar con una radiografía puesto que generalmente los médicos mandan a tomar placas para verificar la colocación de la pieza esto nos puede servir para comparar la imagen radiológica con el hueso seco.

Otro material útil son las sondas y drenajes si bien en muchas ocasiones se trata de un material provisional y solo las encontraremos cuando la muerte sucedió cuando el sujeto falleció portando uno de ellos en ocasiones se tienen que dejar piezas permanentes como es el caso del drenaje para hidrocefalia o bien el catéter de Tenkoff para diálisis peritoneal.

#### MATERIALES BIOMÉDICOS QUE SE PUEDEN ENCONTRAR EN ARQUEOLOGÍA FORENSE



Por ultimo podemos intentar deducir la causa de muerte cuando el individuo sufrió un traumatismo que afectó hasta el esqueleto en otros casos podemos intentar deducir por toxicología motivo por el cual es tan importante tomar las muestras de tierra en el momento de la excavación.

Un punto muy importante es determinar si una fractura fue producida perimortem o postmortem puesto que esto nos permite deducir si contribuyo o produjo la muerte o fue un error al excavar el entierro que no tiene que ver con las circunstancias en las que se dio el deceso.

Reverte nos dice que una fractura perimortem se caracteriza por presentar un borde biselado por presentar la abrasión producida por la tierra y un color uniforme en ambos extremos del hueso, mientras que la fractura posmortem se caracteriza por presentar bordes mas cortantes, poca penetración de la tierra en la zona y se ve de un color más claro que el resto del esqueleto.

## **FRACTURA ANTEMORTEM Y POSTMORTEM**

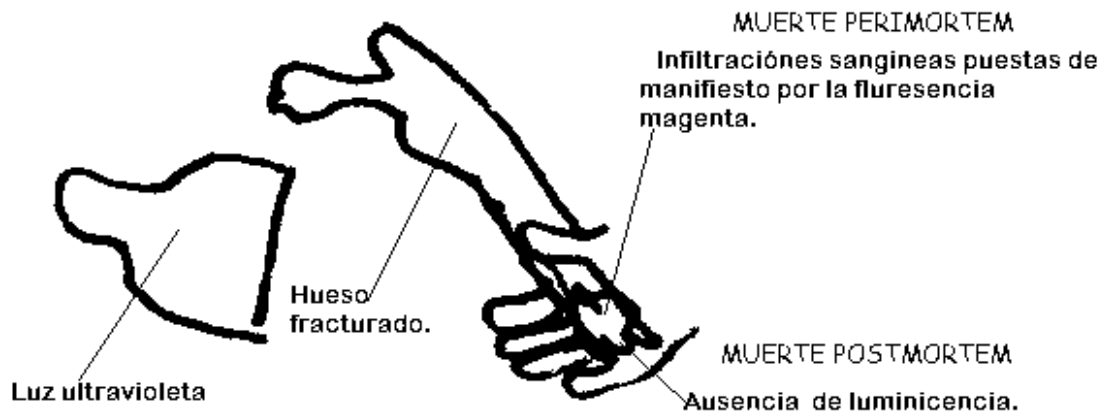
- ANTEMORTEM**
- Bordes biselados.
  - Abración de la tierra.
  - Mismo color en toda la zona de la fractura.



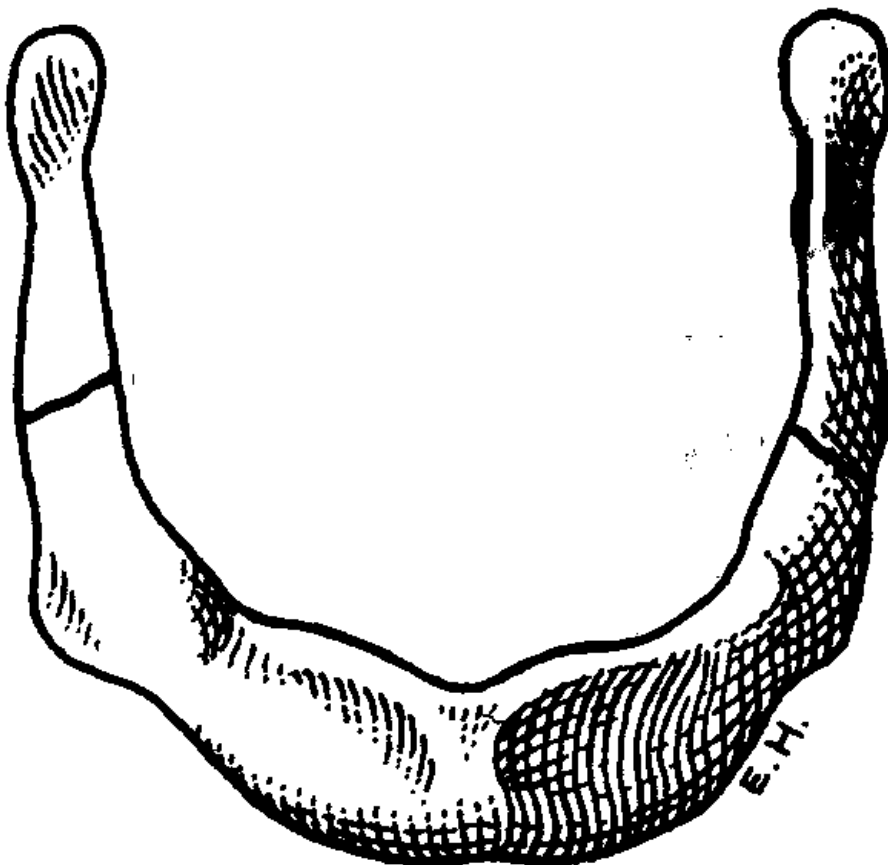
- POSTMORTEM**
- Bordes mas cortantes.
  - Poca abración y penetración de la tierra.
  - Color mas claro en la zona de la fractura.

La tecnología también nos ayuda a detectar si se trata de un hecho antemortem o postmortem utilizando la luz ultravioleta si partimos del supuesto que cuando la fractura se produjo en el momento de la muerte presentara sangrado mientras que en una fractura reciente no habrá sangrado podemos analizar los huesos bajo la luz ultravioleta pudiendo presentarse dos resultados diferentes si hay infiltrado hemático podemos observar en el hueso la mancha de color magenta y fluorescente mientras que en ausencia de sangre no cambia de color.

## FRACTURA PERIMORTEM Y POSTMORTEM



Si bien es raro que se encuentre el hueso hioides por su tamaño y por su fragilidad en los casos de ahorcadura puede presentarse la fractura de los cuerpos del mismo.



Fractura de las dos astas del hueso hioides.

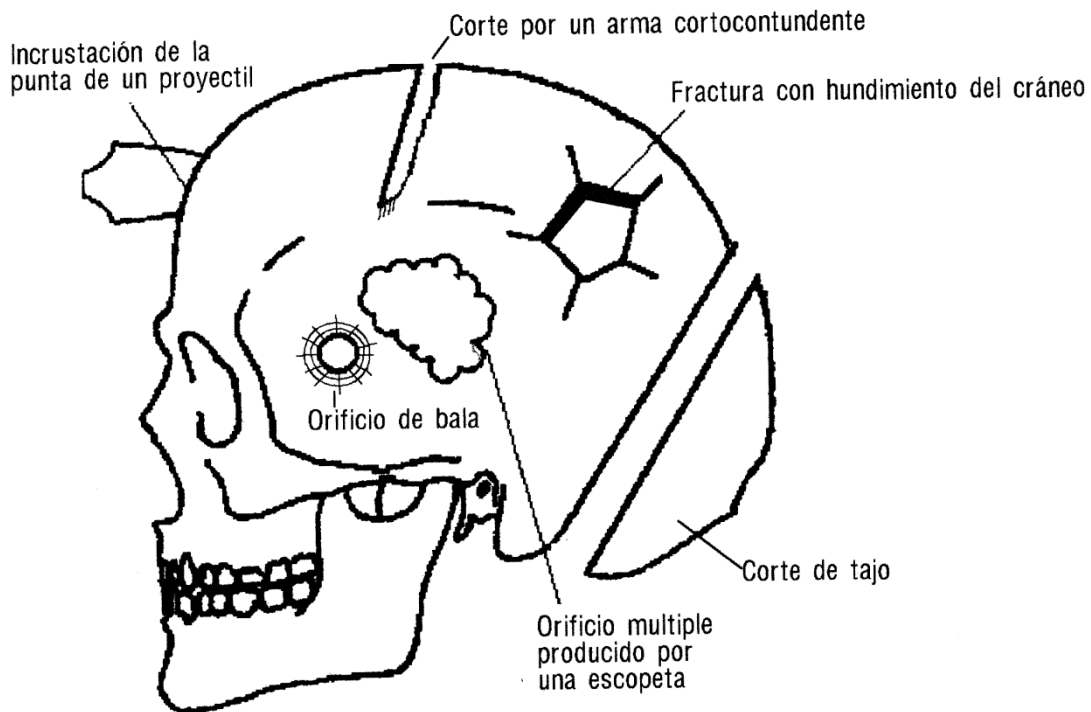
El cráneo por su importancia es el punto donde podemos encontrar con frecuencia huellas del traumatismo que causo la muerte, es frecuente observar orificios de armas de fuego que pueden dejar un orificio circular con los bordes hacia adentro.

Las escopetas pueden dejar si el disparo es a corta distancia la penetración de los perdigones muy cercanos pero a medida que se alejan se abrirá el cono de dispersión y dejara un orificio de bordes redondeados pero de forma muy irregular.

Las armas cortantes dejaran dos tipos de huellas por un lado si el golpe es en una región central dejaran una huella con un borde muy regular y otro irregular mientras que en una región extrema producirá el desprendimiento del segmento<sup>171</sup>.

Los instrumentos contundentes producirán una fractura con depresión de la región y fracturas radiales secundarias en “mapamindi”

## DIFERENTES ARMAS PRODUCEN SEÑALES DIFERENTES



## ODONTOLOGIA

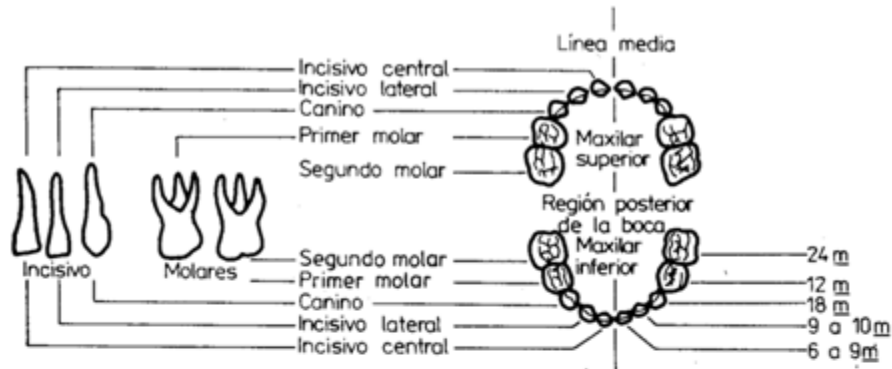
Los dientes son el tejido más duro y persistente del organismo puesto que resisten altas temperaturas sin sufrir alteraciones y por su origen mineral son muy difíciles de atacar por la descomposición motivo por el cual son un elemento muy útil para la identificación forense junto con la antropología.

---

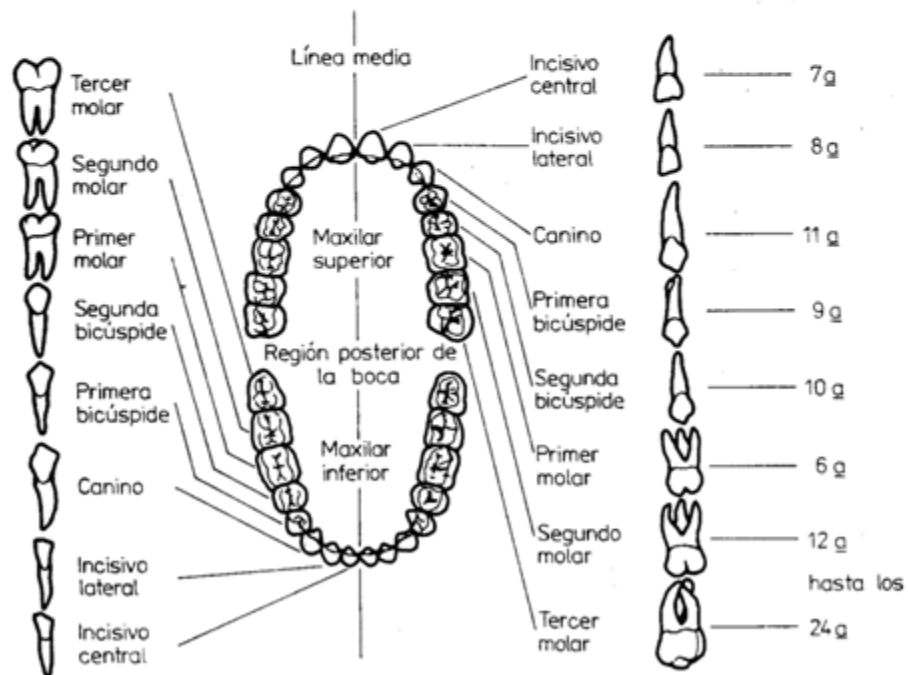
<sup>171</sup> Brothwell1987:173

Como vimos en el apartado anterior son muy útiles para determinar la edad antes de los 18 años y por su morfología podemos identificar si se trata de un diente desiduo o permanente además de que podemos determinar que pieza dentales.

## MORFOLOGÍA Y EDADES DE ERUPCIÓN DE LA DENTADURA



## DENTICIÓN TEMPORAL



## DENTICIÓN DEFINITIVA

Tomado de Reimann 1987:68

Se puede determinar el sexo del individuo<sup>172</sup> utilizando algunas medidas para establecer funciones discriminantes y las piezas más útiles para esta función son los caninos en donde podemos tomar 3 medidas principalmente que son el diámetro vestibulo-lingual, el meso-distal y la altura de las piezas dentarias aunque esto no es muy confiable por el desgaste dentario como menciona el mismo Morales.

Para tomar las medidas dentarias se usa un odontómetro o bien un compás de ramas rectas.

### **MEDIDAS EN LOS CANINOS**



**Medidas en los caninos**  
**1 Meso-distal**  
**2 Vestibulo-palatino**  
**3 Altura total.**



**Toma del diámetro vestibulo-palatino en un canino con un compás de corredera**

Además de esto podemos determinar la presencia de algunos caracteres genéticos en los mismos que nos pueden hablar de la filiación racial del sujeto al que pertenecieron.

En los incisivos se encuentran en el borde posterior excavaciones muy marcadas que se conocen como dientes en pala y son muy frecuentes en individuos orientales<sup>173</sup>.

También podemos encontrar en los molares una pequeña excrescencia que puede ser muy pronunciada en lo que se conoce como el tubérculo de Carabelli<sup>174</sup> que es más frecuente en individuos de raza caucásica<sup>175</sup>.

En contraposición existe una depresión que se conoce como portostilido.

---

<sup>172</sup> Morales 2011:762

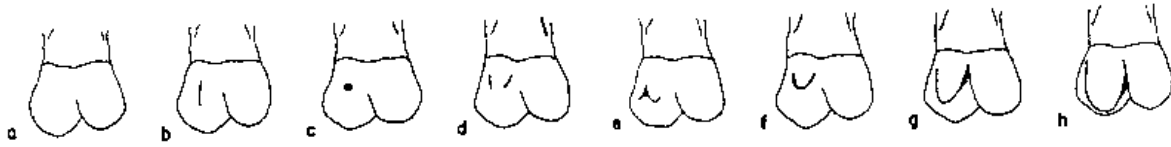
<sup>173</sup> Lozano 2007:28

<sup>174</sup> Krenzer 2006VI:32

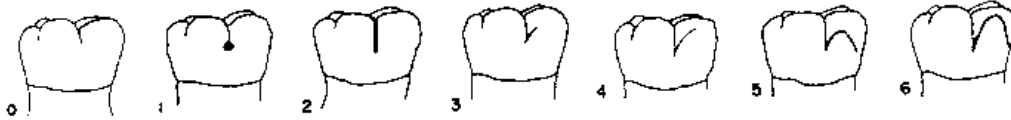
<sup>175</sup> Ubelaker 2007:140

## CARACTERES EPIGENETICOS EN LO MOLARES

### C A R A B E L L I



### P R O T O S T I L I D O



Si bien esto nos ayuda mucho a determinar las características físicas del sujeto al que perteneció una dentadura en si la odontología nos permite identificar a un sujeto cuando tenemos registros dentales para hacer la confrontación.

Los dentistas suelen realizar diversos trabajos en variedades de las dentaduras de las que muchas veces poseen registros ya sea en impresiones dentales o en fotografías que son un material muy útil para la identificación.



## **FACTORES DE INDIVIDILISUACIÓN DE LAS PUEZAS DENTALES**



### **INCLINACIÓN**

Desviación de la posición vertical del diente.



### **ROTACIÓN**

Giro del diente sobre su propio eje.



### **MIGRACIÓN**

En ausencia de un diente el adyacente ocupa su lugar así como su raíz.



### **APIÑAMIENTO**

Dientes que se superponen unos con otros.



### **MANCHAS**

Cambio de color por habitos como fumar o por deformaciones profesionales.



### **DESGASTE**

Producido por alimentos abrasivos o bien por deformación profesional.



### **DIASTEMA**

Espacio entre dientes.

Además realizan ciertos trabajos correctivos o preventivos en ellos con el fin de mejorar la estética o la funcionalidad dando lugar a materiales que se pueden identificar al revisar la cavidad oral de la víctima<sup>176</sup>.

---

<sup>176</sup>Recordar la descripción de los trabajos dentales al hablar de las prótesis en paginas anteriores.

## **TRATAMIENTOS DENTALES**

### **CEMENTO TEMPORAL**



Tratamiento provicional.

Color blanco lechoso con estructura granular.

### **AMALGAMAS**



Casquete metalico.

Generalmente se colocan en las piezas posteriores.

### **RESINA**



De color muy similar a los dientes.

Generalmente en las piezas anteriores.

### **SELLANTE**



Producto para sellar focetas blanco o trasparente a diferencia de las resinas no sigue la sinuosidad del surco.

### **CORONA PROTESICA**



Sustituye a una pieza dentaria y esta pegada con cemento y no es removible.

### **PROTESIS FIJA**



Diseñada para sustituir varias piezas dentales y es fijada sobre remanentes de dientes para cubrir las piezas faltantes.

### **PROTESIS REMOBIBLE**



Remplaza varias piezas dentales base de acrilico rosado con piezas blancas.

Contiene ganchos metálicos que no son muy visibles asimple vista.

### **PROTESIS TOTAL**



Se utilizan para remplazar piezas en donde no queda ninguna pieza.

Son de acrilico de base rosa con las piezas blancas.

### **BRACKETS**

Se utilizan anillos fijados con cemento.



Se utiliza alambre o ligas para amarrar los dientes.

Para tal efecto se requiere la historia clínica documento en el cual el odontólogo va anotando todo lo que hace al paciente en muchas ocasiones este cuenta con fotografías para mostrar el progreso del tratamiento o bien cuenta con moldes para elaborar prótesis dentales los cuales nos ayudaran más a comparar la dentadura con el cuerpo en estudio.

En los individuos en estado de descomposición se puede realizar la autopsia oral que consiste en la disección en ciertas partes del cuerpo para poder observar directamente la dentadura de ambas arcadas<sup>177</sup>.

---

<sup>177</sup> Lozano 2007:115

# DOS TECNICAS DE AUTOPSIA ODONTOLÓGICA

## INFRAMANDIBULAR



Corte superficial siguiendo el borde inferior de la mandíbula.

## COMISURA/TRAGUS



Corte superficial de la comisura labial al tragus auricular.



Se localiza la articulación temporomandibular y se desarticula.



Corte profundo seccionando los músculos de las regiones y levantando los colgajos.



Corte profundo para seccionar todos los músculos de las regiones, dejando al descubierto la maxila y la mandíbula.



Se localiza la articulación temporomandibular y se procede a su desarticulación.



Con una sierra eléctrica, se separa la mandíbula para obtener las piezas para su estudio.

En los individuos en reducción esquelética es más fácil la comparación teniendo en cuenta piezas dentales presentes o ausentes razgos particulares de las piezas y un elemento muy importante que son las rugas palatinas que son individuales en cada sujeto y permiten identificarlo con un grado de certeza casi similar al de la huella digital<sup>178</sup>.

Motivo por el que se ha hecho un medio de identificación muy utilizado en individuos en estado de descomposición o reducción esquelética.



Modificado de Lozano 2007:124-5

## GENÉTICA

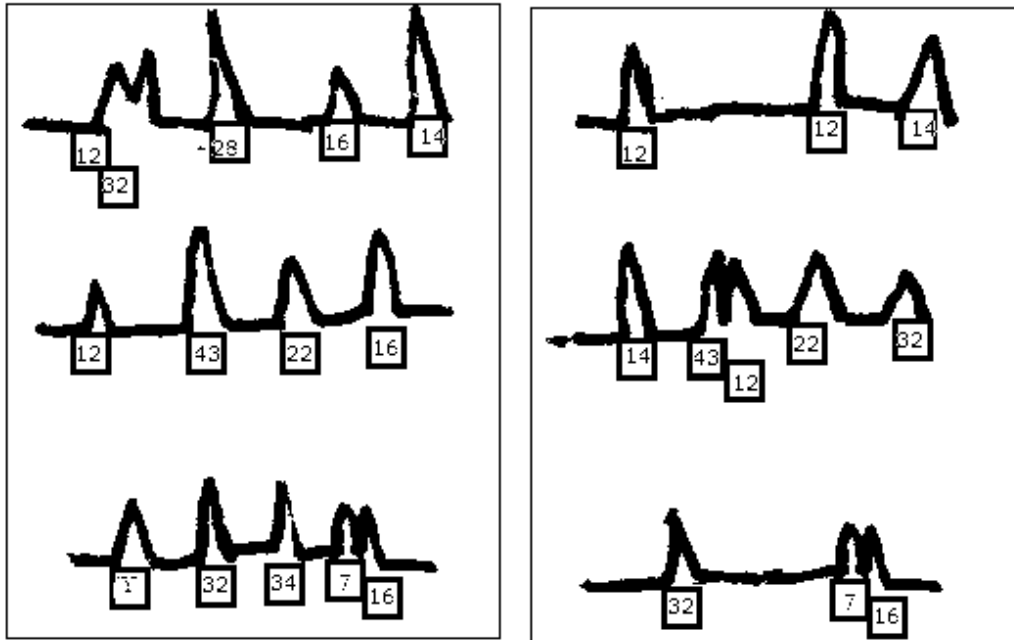
En los ultimos años se ha desarrollado una ciencia muy prometedora puesto que permite identificar a las personas a través de restos muy destruidos que para otras ramas de la investigación es imposible y que es la genética.

De hecho cuando se empezó a desarrollar algunos creían que las otras tecnicas de identificación iban a pasar a la historia puesto que existía un método moderno y seguro de identificar a las personas, afortunadamente esta diciplina presenta un gran problema que es que para poder identificar a una persona debemos de sospechar de quien se trata para obtener las muestras comparativas con algún familiar consanguineo, cosa que en muchass ocasiones es muy dificil si nadamas tenemos un cuerpo pero no tenemos mas información.

Los estudios de genética parten de la base de que por herencia en linea directa padres, hijos y primos comparten información que se expresa en algunos genes que al realizar un perfil se puede observar si existe correspondencia o no en la ubicación de algnos genes.

<sup>178</sup> Lozano 2007:124

# COMPARACIÓN ENTRE EL PERFÍL DEL POSIBLE PADRE Y EL HIJO



## POSIBLE PADRE

## HIJO

El ácido desoxirribonucleico (ADN) para Isidro <sup>179</sup> se puede clasificar en cuatro formas que son: antiguo y a su vez lo subdivide en forense, envejecido, antiguo y geológicamente antiguo.

El forense como su mismo nombre lo indica se refiere a muestras en cadáveres mas o menos recientes que tienen una implicación médico legal y que están en estado de putrefacción o bien entrando a reducción esquelética.

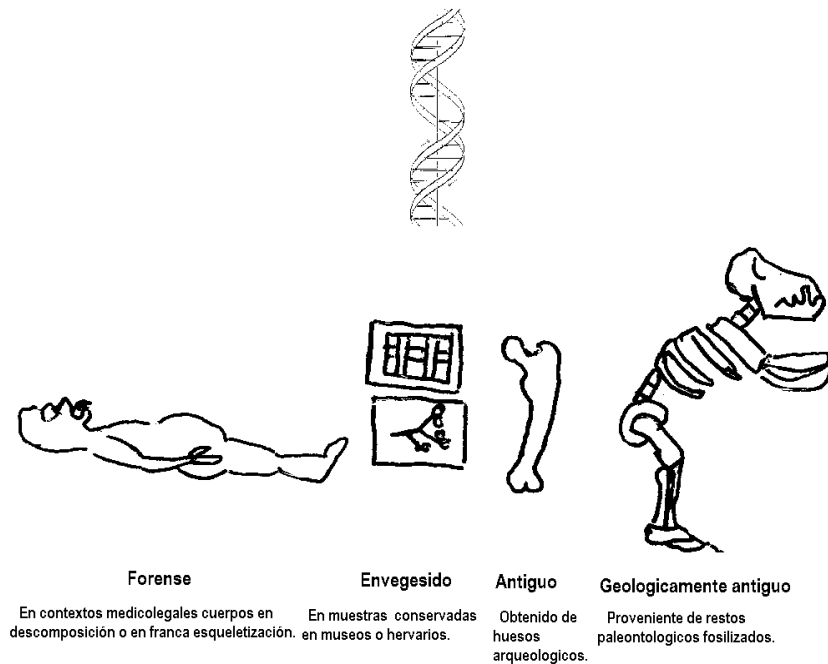
El envejecido se encuentra en especímenes animales o vegetales conservados en museos u otros sitios de resguardo de colecciones de interés histórico.

El antiguo se puede extraer de material de excavación ya se trate de momias, o mas frecuentemente huesos y dientes.

Y el geológicamente antiguo que se puede obtener de especímenes fosilizados, que como es obvio a nosotros en si no nos interesa puesto que se trata de ejemplares paleontológicos que aunque posean enfermedades no pueden tener implicaciones jurídicas.

<sup>179</sup> Isidro 2003:75

## ADN ANTIGUO



En genética forense se utilizan 3 tipos diferentes de ADN para estudios dependiendo del material que tengamos y que son el nuclear, el mitocondrial y el cromosoma Y

El nuclear se encuentra en las células de todos los individuos motivo por el cual puede extraerse de diferentes muestras lo que nos permite por ejemplo extraer células de la mucosa bucal.

Es el tipo ideal para comparaciones entre personas vivas puesto que se encuentra en muchos indicios así como es relativamente fácil obtener una muestra del presunto que si queremos no necesita ser sangre cuando algunos grupos religiosos se molestan por donar una muestra de este fluido para comparación.

El mitocondrial se puede extraer de células anucleadas<sup>180</sup> como la mayoría de las sanguíneas tiene la ventaja de que muchas veces este tejido es el que se encuentra.

Este tipo de ADN ha demostrado ser muy útil para estudiar momias y esqueletos muy antiguos de hecho se empezaron haciendo estudios de genética poblacional en comparación

---

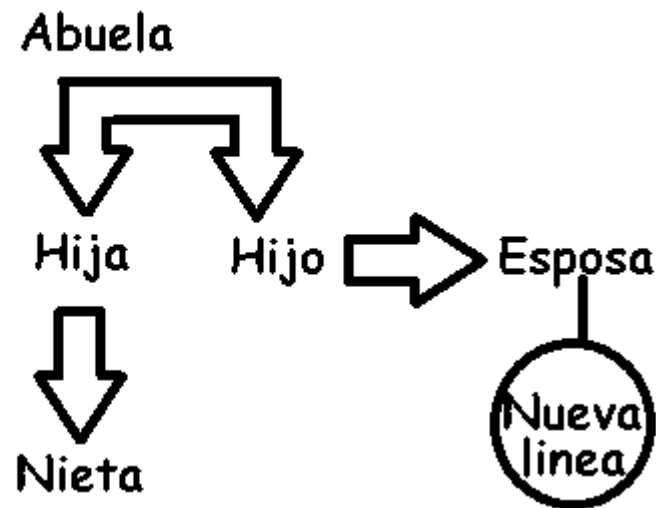
<sup>180</sup> Recordar que dentro de los componentes celulares de la sangre los eritrocitos y plaquetas no tienen núcleos mientras que los leucocitos son los únicos que lo poseen.



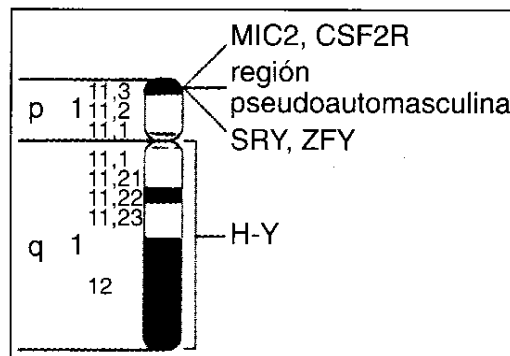
con momias y seres humanos modernos motivo por el cual nos puede ser muy útil para identificar cuerpos putrefactos o en reducción esquelética.

Tiene el problema de que solo se hereda por línea materna como se ejemplifica en la siguiente figura.

## HERENCIA DEL DNA MITOCONDRIAL



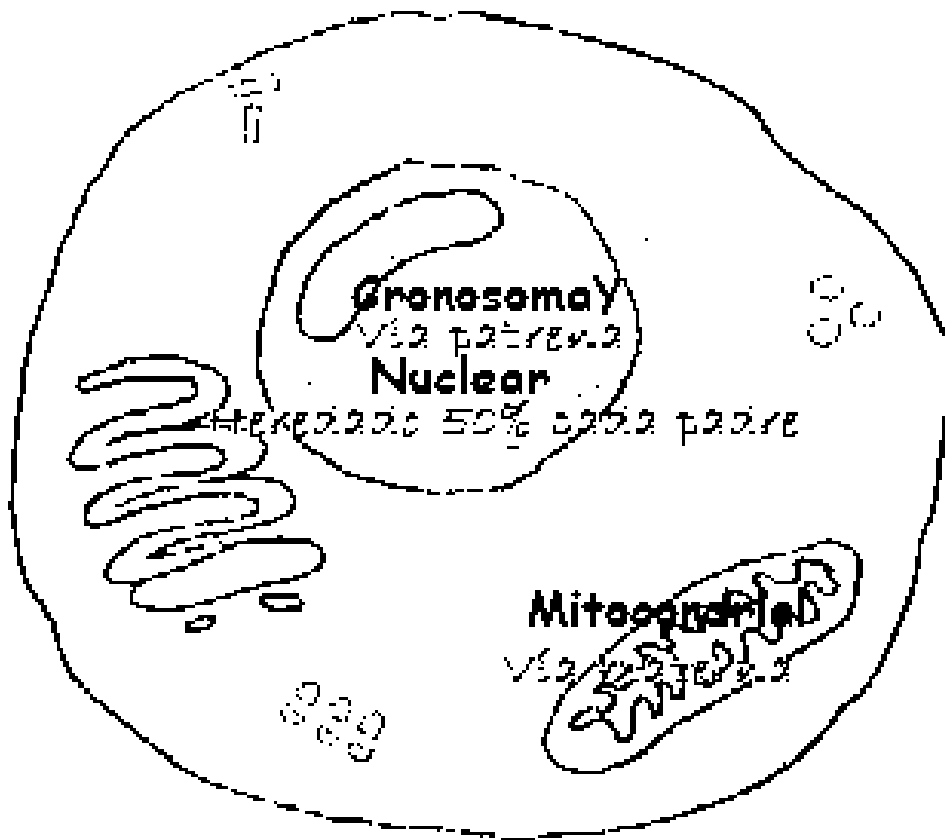
De manera similar tenemos el cromosoma Y localizado en el núcleo y que solo se hereda por la línea masculina.



En la figura siguiente presento como recordatorio las tres fuentes de ADN y su localización dentro de una célula nucleada<sup>181</sup>.

<sup>181</sup> Morales 2011:1159

# TIPOS DE DNA EN GENÉTICA FORENSE



Si bien ya hemos hablado de el ADN es importante mencionar de donde provienen las muestras que van a ser utilizadas para esta comparación. En primer lugar tenemos que separar las muestras del cuerpo que poseemos y las de comparación la cual se realiza con una persona viva generalmente<sup>182</sup> que es familiar de la persona a la que queremos identificar.

Como es lógico la muestra que tomemos dependerá mucho de las condiciones en las que se encuentre el cuerpo puesto que en la persona viva es mucho más fácil obtener muestras pues ella voluntariamente las da.

En cadáveres en estado de descomposición se pueden tomar muestras de 10 mililitros de sangre, pero en descomposición más avanzada o en franca reducción esquelética no contamos con este material motivo por el que necesitamos enviar piezas dentarias sin caries para no obtener el ADN de las bacterias o bien la mitad de la diáfisis del fémur.

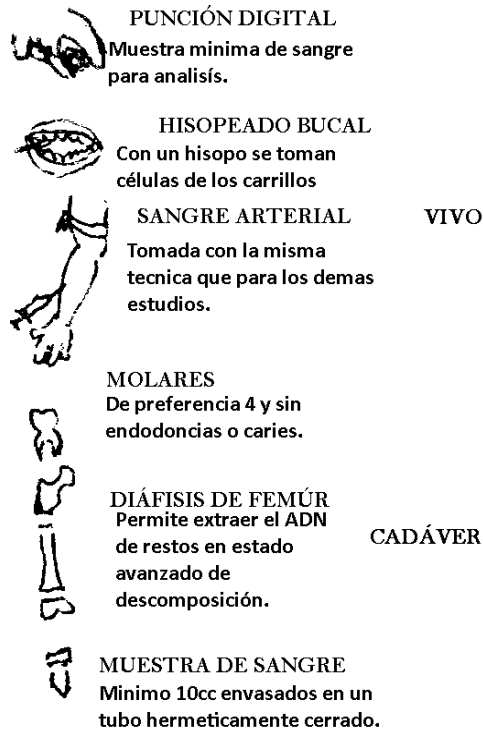
En las personas en vida podemos tomar la tradicional muestra de sangre que se toma para casi todos los estudios clínicos o bien una muestra de saliva de los carrillos bucales, si bien

---

<sup>182</sup> Aunque en ocasiones se ha hecho el estudio con otro familiar difunto esto implica mayor trabajo al extraer el ADN de ambos cadáveres y presenta el problema de que se trate del familiar correcto, si el sujeto enterrado no es el familiar nuestro estudio será falso.

se puede obtener muestras de cabello no es lo más común porque implica arrancarlo desde la raíz cosa dolorosa.

#### MUESTRAS PARA OBTENCION DE ADN

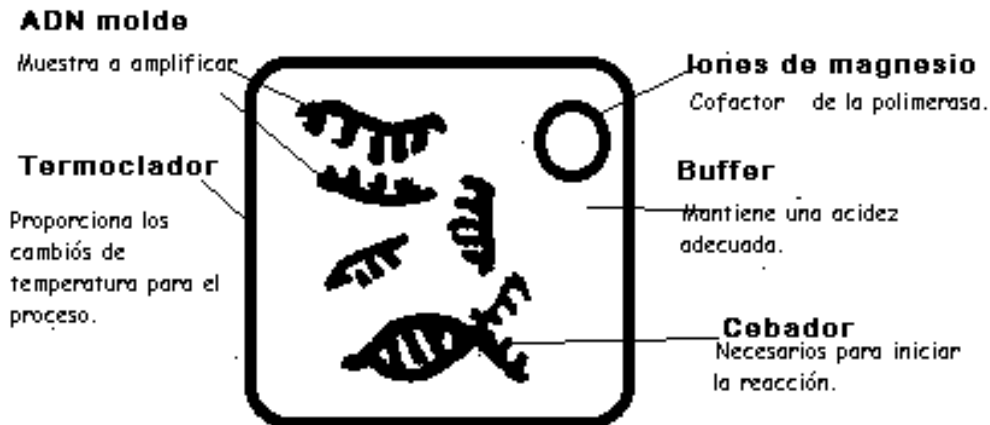


El lector se preguntará y cómo es que se puede obtener material genético de muestras tan pequeñas, la respuesta es bastante sencilla gracias a las nuevas tecnologías bajo ciertas condiciones especiales se pueden añadir en el laboratorio los componentes del ADN o sea las bases lo que permite si se conservan cadenas fracturadas que se completen y se hagan muchas copias<sup>183</sup> lo que permite obtener secuencias de una longitud suficiente para obtener un perfil genético completo.

Afortunadamente ya existen aparatos conocidos como termocicladores en los que el proceso se realiza automáticamente suministrando los componentes necesarios.

<sup>183</sup> Nuñez de Arcos 2014:551-3

## REQUISITOS PARA RELPICAR ADN



En general podemos decir que se realiza el proceso en 4 fases la desnaturalización, el alineamiento, la elongación y la conservación.

En la desnaturalización se produce la separación de las hebras por medio de calor a una temperatura de 95°C.

En el alineamiento se produce la unión de bases complementarias suministradas al medio de manera artificial por reconocimiento de las bases y es necesario reducir la temperatura a 68°C.

En la elongación se sintetiza una nueva cadena homologas donde intervienen cebadores que facilitan la unión de las nuevas bases realizándose a 72°Cesta reacción.

Por ultimo en la conservación se resellan las nuevas hebras del ADN para que no se pueda desintegrar la nueva molécula.

## OBTENCIÓN DE DNA DE HUESOS Y DIENTES

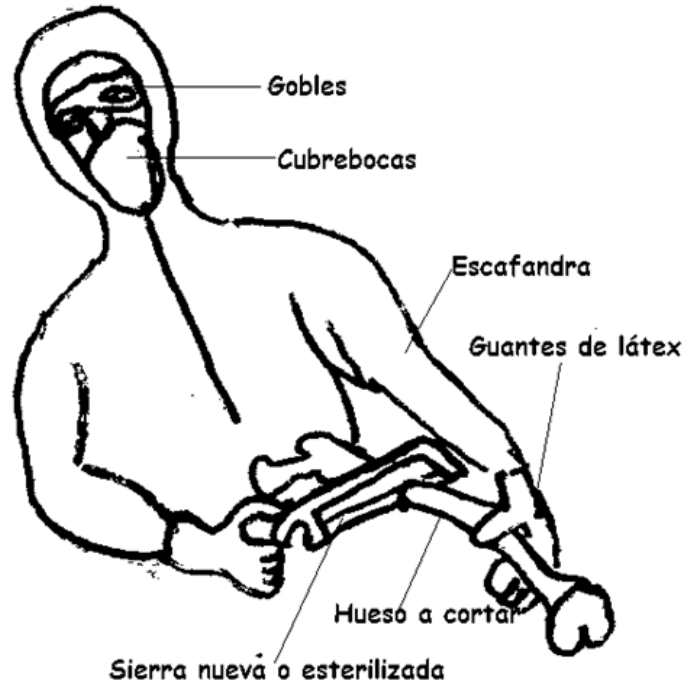
Se puede extraer ADN de los huesos y dientes aunque no es una tarea fácil sin embargo ya existen técnicas estandarizadas para dicho objetivo.

Algo muy importante es las medidas de protección que debemos de tener para no contaminar la muestra con el material de alguna otra persona o el del investigador puesto que esto no sirve para nada.

Con ese objetivo debemos de tomar las siguientes precauciones en el manejo de la muestra, lo primero es que el material de corte este nuevo de preferencia o en caso de ser imposible que este totalmente esterilizado.

Un segundo punto es usar guantes desechables así como una escafandra acompañada de tapabocas y gobles lo que evitara que accidentalmente entre en contacto con la muestra nuestros cabellos y secreciones los cuales pueden salir en la muestra como un perfil mezclado.

### **PRECAUCIONES A TOMAR PARA PREPARAR HUESO**



Isidro<sup>184</sup> propone para la extracción del ADN de los huesos cuatro pasos la eliminación de agentes conservantes y descalcificación, la digestión de proteínas, la extracción orgánica y la purificación y concentración.

Para el primer paso se necesita obtener un fragmento de hueso lo más puro posible lo cual se consigue con lavados con cloroformo, etanol y agua.

Posteriormente se pasa a la descalcificación conservando el material en un agente quelante del calcio conocido como EDTA que puede hacerse por lavados sucesivos o bien por conservación largo tiempo en la solución.

La digestión de proteínas se realiza cambiando el material a otra solución que puede ser un tampón que contiene la tripsina K o la colagenasa en los casos especiales que se trate de material dental.

Con esto se logra extraer las proteínas de las células pero tenemos el problema de que se extrae junto con el ADN otros materiales celulares los cuales debemos de eliminar para obtener

---

<sup>184</sup> Isidro 2003:80

nuestro ADN puro motivo por el cual se realiza un lavado con fenol cloroformo para eliminar otras proteínas extrañas.

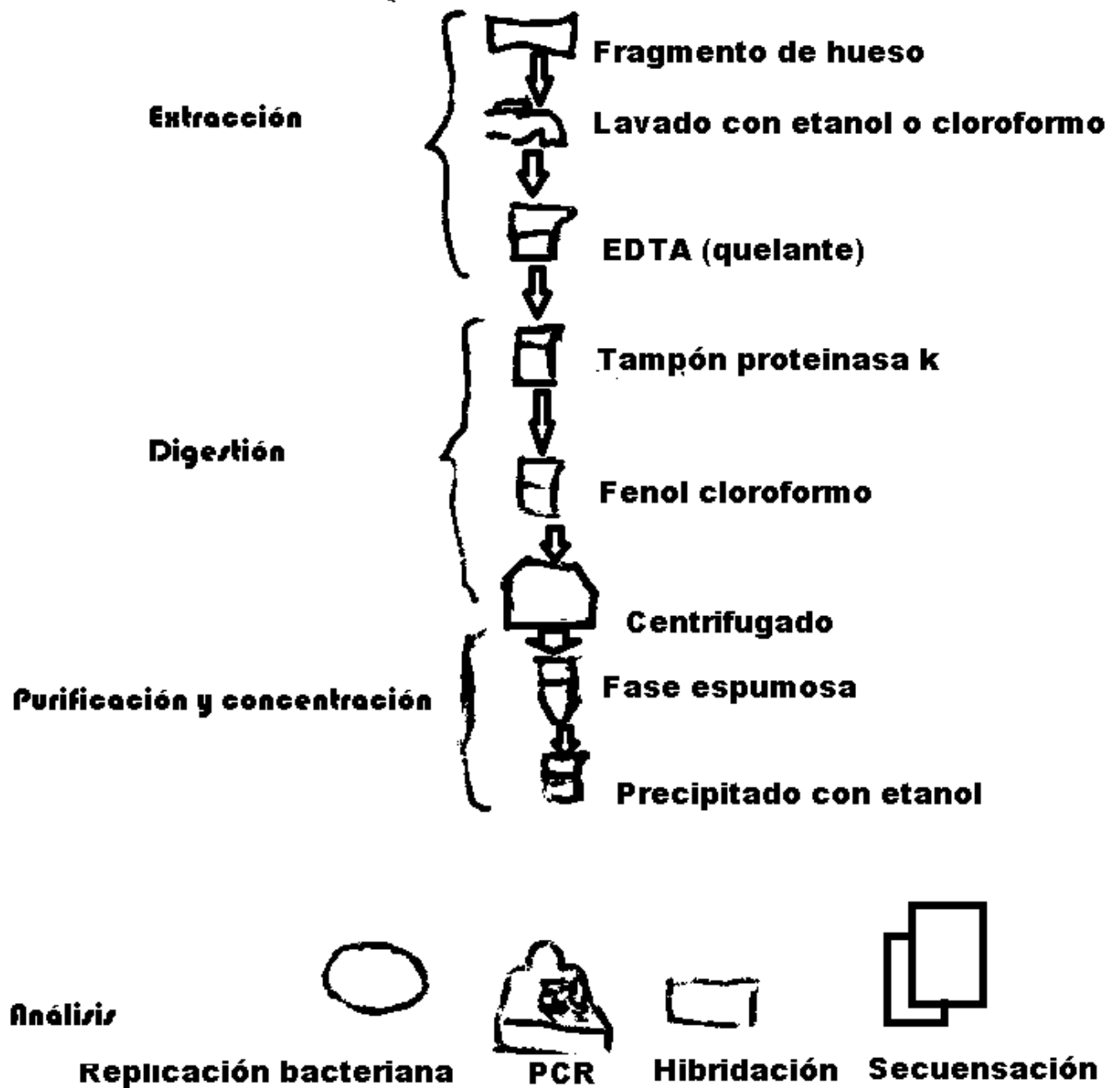
Si bien esto generalmente sirve para eliminar el material proteico que no es ADN debemos de realizar una purificación con alcoholes como el etanol o el isopropanolol que nos ayudan a eliminar moléculas proteicas adheridas al ADN.

Con esto obtenemos nuestro ADN pero tenemos el problema de que esta en una cantidad minima motivo por el cual tenemos que recurrir a la técnica del PCR para obtener amplificaciones y una muestra útil para el análisis.

Ya obtenido el ADN podemos analizar nuestros resultados utilizando diversas técnicas como la hibridación que consiste en colocar nuestro material con sondas específicamente diseñadas sin embargo puede ser que por la antigüedad del ADN este no se hibride con las sondas.

Otra posible opción es integrar nuestro ADN a el de las bacterias para obtener mayor cantidad sin embargo en los casos de muy antiguo se presentan los mismos problemas que el anterior.

# OBTENCIÓN DE ADN A PARTIR DEL HUESO



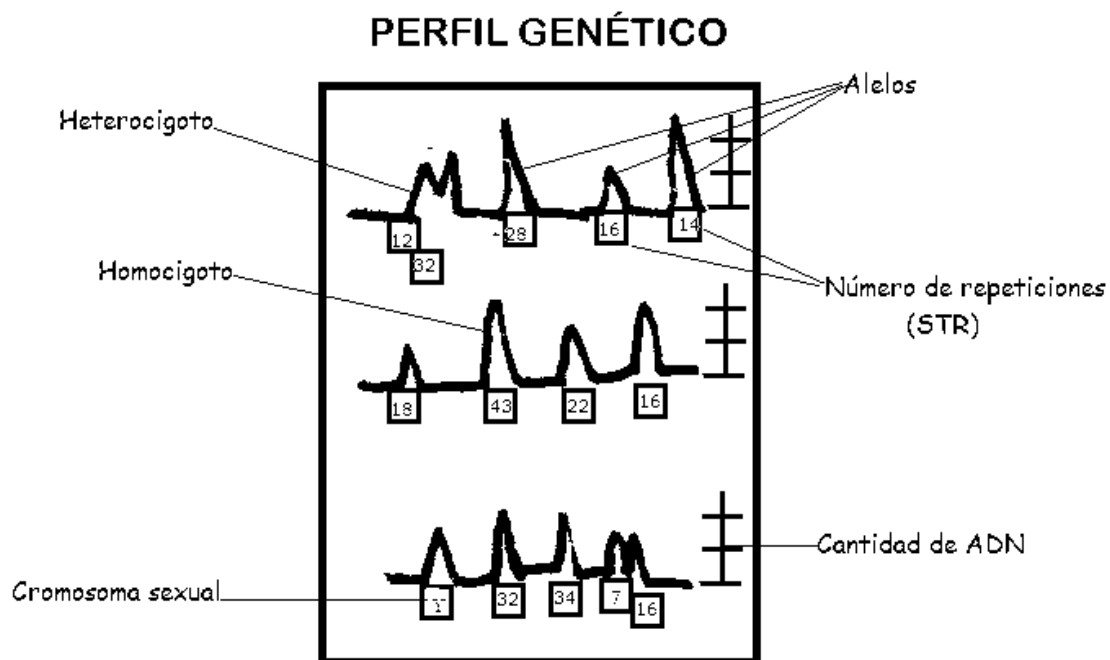
## PERFILES GENETICOS

Si bien ya explicamos cómo se obtiene el ADN es importante explicar aunque sea muy brevemente como vamos a utilizar esta herramienta para identificar a una persona que es el fin de este tipo de estudios.

Después de obtener una muestra útil por microcromatografía podemos obtener en una hoja un corrimiento de esta información en donde vamos a obtener según la cantidad de ADN que exista en la muestra picos de diferentes alturas.

Esto también nos sirve para detectar cuando nuestro material se degrado puesto que aparecerán unos cuantos fragmentos y rápidamente desaparecerá lo que nos hace suponer una degradación de nuestra muestra.

En el ADN existen secuencias de 4 nucleótidos repetidas conocidas como STR Short tandem repeat o secuencias de repetición cortas<sup>185</sup> que pueden cuantificarse cuántas de estas secuencias se tienen en un alelo determinado lo cual es un marcador genético que nos sirve para identificar a la persona.



<sup>185</sup> Morales 2011:1150



## ENTOMOLOGÍA

La entomología es la rama de la zoología que se encarga del estudio de los insectos en el caso de la arqueología forense nos es muy útil puesto que nos permite la identificación de los mismos conocer varios aspectos acerca de las circunstancias y tiempo de la muerte del sujeto.

## ALCANCES DE LA ENTOMOLOGIA FORENSE



### CRONOTANATODIAGNOSTICO

Determinación por las cuadrillas que tacaron el cuerpo.



### ENTOMOTOXICOLOGIA

Estudio de las drogas absorbidas por los insectos.



### LESIONES

Algunos insectos pueblan heridas y zonas de maltrato.

### LUGAR DE LOS HECHOS

Correspondencia entre los insectos y la fauna local.

Primeramente nos permite deducir el tiempo de muerte, si conocemos el orden en el que ciertas oleadas de insectos llegan al cadáver y empiezan a trabajar en el podemos saber por los especímenes que actualmente se encuentran deducir el tiempo aproximado de muerte<sup>186</sup>.

---

<sup>186</sup> Raffo s/f:163

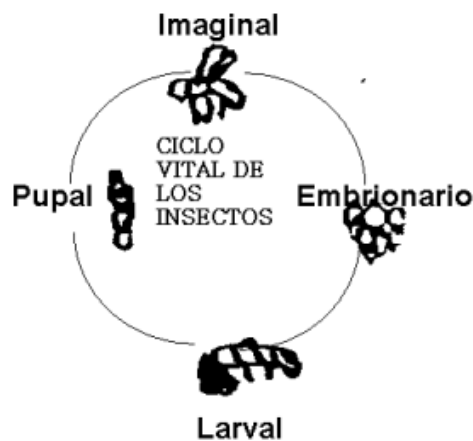
Antes de hablar de los insectos necesitamos decir una palabras acerca del ciclo vital de los insectos que el doctor Nuñez nos presenta en Alva y que divide en 4 periodos que son: el embrionario, larval, imaginal y adulto.

El primer estadio seria el embrionario que poco después de la muerte de la persona el adulto deja huevos en el cadáver procurando que tengan el alimento suficiente para su desarrollo.

El segundo estado seria el larval en el que el insecto es un pequeño gusano que consume los tejidos en descomposición y va labrando túneles en el cadáver mientras se alimenta.

El periodo imaginal se caracteriza porque el insecto se enclaustra en su capullo mientras sufre las últimas transformaciones a la forma adulta.






Por ultimo sale de su capullo dejando vestigios de su residencia temporal para empezar a explorar el mundo exterior y buscar nuevos cuerpos donde dejar sus huevos e iniciar de esta forma un nuevo ciclo vital.



**Nuñez en Alva 2005:204**

Castro y Bachiller presenta un cuadro muy completo de las diferentes escuadras de insectos que atacan el cuerpo en momentos progresivos sin embargo creo que es importante mencionar que solo es un cuadro orientador puesto que en las diferentes regiones se desarrollan insectos específicos con una distribución geográfica bien delimitada. Motivo por el cual se necesita hacer estudios locales para ver exactamente la sucesión que se presenta en cada nicho ecológico específico.

## SUCESION DE INSECTOS QUE INVADEN EL CADAVER

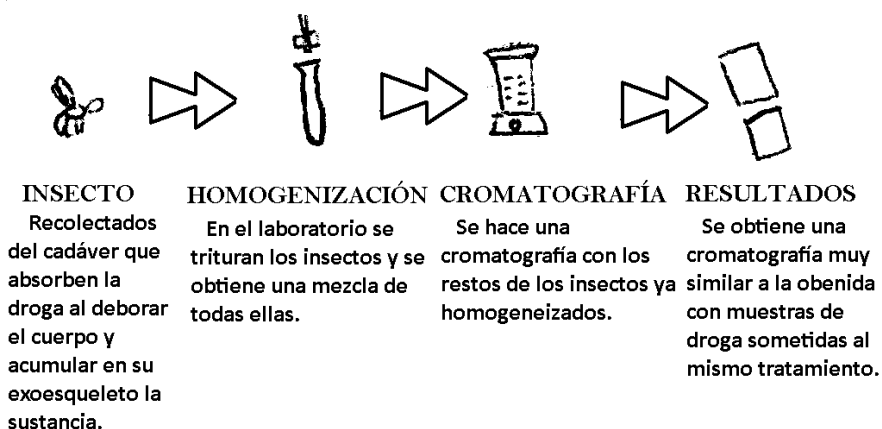
PERIODO	INSECTOS	FENOMENOS CADAVERICOS	DATACIÓN	EJEMPLO
Sarcofagiano	Moscas	Tejidos frescos y fermentación putrida	1 a 6 meses	
Dermateriano	Coleopteros	Transformación de las grasas por	6 a 10 meses	
	Mariposas	Fermentacion butirica		
Histeriano	Coleopteros	Se transforman los albuminoides	1 a 2 años	
	Moscas	por fermentación caseosa		
	Acaros	Descan roen y limpian los cadavéres		
Acariano	Mariposillas		2 a 3 años	
	Coleopteros			
Tenebriano	Coleopteros	Desaparecen todo lo que han dejado	3 a 4 años	
		sus predecesores anteriores		

**Tomado de Castro s/f: 424**

La determinación de uso de drogas en los cadáveres se basa en el principio de que al alimentarse de un cuerpo que contenía cierta cantidad de droga en el organismo los insectos van incorporando la misma a su exoesqueleto lo que nos permite al homogenizar a varios de ellos y hacer una cromatografía obtener resultados muy similares a los que obtendríamos al poner otra muestra para análisis de drogas.

Este dato es de mucho interés tanto identificatorio como criminalístico puesto que nos permite si los familiares saben que consumía drogas limitar mucho los candidatos a identificar además el consumo de drogas nos hace buscar a el individuo entre los consumidores habituales de dicha sustancia.

## OBTENCIÓN DE DROGAS A PARTIR DE INSECTOS



La determinación del maltrato se debe a que algunos insectos se desarrollan dentro del organismo cuando tienen la posibilidad de acezar a el a través de puertas de entrada facilitadas por una herida por lo cual al encontrar algunos de estos podemos deducir que el individuo en vida sufrió algún tipo de maltrato.

La entomología también nos ayuda a determinar si el individuo murió en el lugar del hallazgo a fue llevado con posterioridad al mismo.

Erzinclioglu<sup>187</sup> nos refiere un caso notable en el que se encontraron larvas de una mosca que se desarrolla cerca de cuerpos lacustres en un cadáver dentro de una habitación muy lejana a estos, al hacer la policía la investigación llego a la conclusión de que había muerto en un lugar cercano a un lago y había sido llevado con posterioridad al sitio del hallazgo.

Como dijimos anteriormente los insectos se desarrollan en un hábitat bien específico y si encontramos insectos extraños al microambiente en el que se encuentra el cuerpo podemos deducir que fue llevado con posterioridad a esa región.

También sabiendo de que región son los insectos encontrados podemos deducir de manera razonable donde murió el sujeto antes de llevarlo al lugar del hallazgo.

## BOTÁNICA FORENSE

La botánica es la rama de la biología destinada a el estudio de las plantas probablemente el lector después de esta afirmación se preguntara y que tienen que ver las plantas con la ciencia forense. Aunque parezca increíble tienen mucho que ver puesto que primeramente se pueden encontrar en relación con el cuerpo ya sea en un lugar de los hechos o en un lugar del hallazgo y generalmente el criminal nunca le da importancia a restos de plantas que tenga el cadáver porque muchas veces son tan pequeños que se consideran insignificantes y se preocupa más por esconder algunos otros indicios que los restos botánicos.

<sup>187</sup> Erzinclioglu 2012:54

Sin embargo estos residuos de vegetales nos pueden dar mucha información empezando por si se trata de un lugar de los hechos si la vegetación del cuerpo corresponde con la del entorno o bien un lugar del hallazgo si tiene restos vegetales de especies que no son de la zona, de hecho podemos saber a través de la palinología los lugares en los que estuvo la persona por medio del estudio del polen encontrado en las ropas, un caso de investigación interesante estudiado de esta manera es el de la Sabana Santa que estuvo en varios lugares del Medio Oriente, los cuales se pueden comprobar históricamente y corresponden a las especies de polen de dichas regiones.

Otro estudio importante que cae dentro del ámbito de la botánica forense es el de fibras vegetales encontradas dentro de una escena del crimen que puede ayudar a identificar la procedencia de las mismas.

También es importante en toxicología para la identificación de plantas venenosas y drogas lo cual es sumamente importante por las cuestiones legales que se pueden aclarar por medio del estudio de estos materiales.

Como vera el lector el estudio de la botánica es muy necesario dentro de la medicina legal.

En este capítulo primero haremos un pequeño recorrido por la botánica y su utilidad dentro de la medicina forense para luego adentrarnos en la recolección de indicios, a continuación mencionaremos algo de recolección de especímenes de estudio para terminar con la sistemática y su aplicación a las ciencias forenses.

## **DISCIPLINAS DE ESTUDIO**

La botánica como muchas otras disciplinas es una ciencia muy amplia y tiene varias divisiones que se encargan de aspectos específicos de este vasto campo del conocimiento.

De esta manera tenemos algunas disciplinas como la palinología que se encarga del estudio del polen pieza fundamental para la reproducción de las plantas y que por sus funciones tiene dos propiedades que lo hacen sumamente útil en las ciencias forenses por un lado su facilidad de diseminación y por el otro su adherencia lo que permite que muchas veces al recuperar adecuadamente los indicios vincular a el criminal con un lugar determinado.

### **CARACTERISTICAS DEL POLEN**



La xilología es la rama que se dedica al estudio de la madera, como es lógico en las ciencias forenses lo que nos interesa de este material es la identificación de la región de procedencia para poder determinar de dónde viene algún indicio elaborado en este material.

La dendrocronología es la determinación de la edad de los árboles por medio del estudio de sus anillos esto es importante para ayudarnos a dar una fecha aproximada de muerte teniendo en cuenta que los árboles crecen anualmente

La limnología es el estudio de la flora de los cuerpos lacustres que nos puede ayudar a establecer correspondencia con el lugar del hallazgo así como con las variaciones estacionales podemos determinar el tiempo de muerte aproximado.

La ecología estudia las relaciones de un ser vivo con su medio ambiente dentro del ámbito de la investigación policiaca es muy útil puesto que como vimos en el capítulo de entomología las especies varían mucho de acuerdo a la temporada y a las características específicas del huésped y conociendo estas alteraciones podemos deducir, tiempo de muerte y algunos hábitos de consumo.

Por último la sistemática es la rama que se dedica al estudio y clasificación esto es muy importante para definir si ciertos restos vegetales pertenecen al cultivo de alguna planta definida como droga.

## **RAMAS DE LA BOTÁNICA FORENSE**



**Ecología**



**Sistemática**



**Limnología**



**Dendrocronología**



**Xilología**



**Palinología**

## UTILIDAD DE LA BOTÁNICA EN LA ARQUEOLOGÍA FORENSE

Como reseña desde la introducción la botánica tiene mucha utilidad en la investigación policiaca primeramente porque nos permite diferenciar entre lugar del hallazgo y lugar de los hechos.

Si los restos botánicos corresponden con los del medio en el cual fue encontrado el cuerpo tanto en lugar como en tiempo podemos aseverar que se trata de un lugar del hallazgo mientras que si no corresponden en lugar podemos suponer que estuvo en un lugar previamente y de ahí fue llevado al lugar del hallazgo

En caso de que podamos identificar los restos botánicos que contiene el cadáver podemos identificar la región de donde proceden y podemos saber en las regiones en las que estuvo el individuo antes de morir.

Las plantas sufren transformaciones anuales se desarrollan las flores, las cuales posteriormente se transforman en frutos y posteriormente los mismos se desprenden de los árboles, de esta manera podemos suponer en que temporada falleció el individuo observando el estado de los restos vegetales adyacentes al cuerpo.

Otra cuestión sumamente importante es la vinculación<sup>188</sup> de una persona con un lugar determinado al estar una persona en un lugar determinado sin darse cuenta pisa restos vegetales o se le adhiere el polen y al obtener muestras y demostrar la presencia de estos restos que se pueden caracterizar se puede comprobar que la persona estuvo en el lugar<sup>189</sup>.

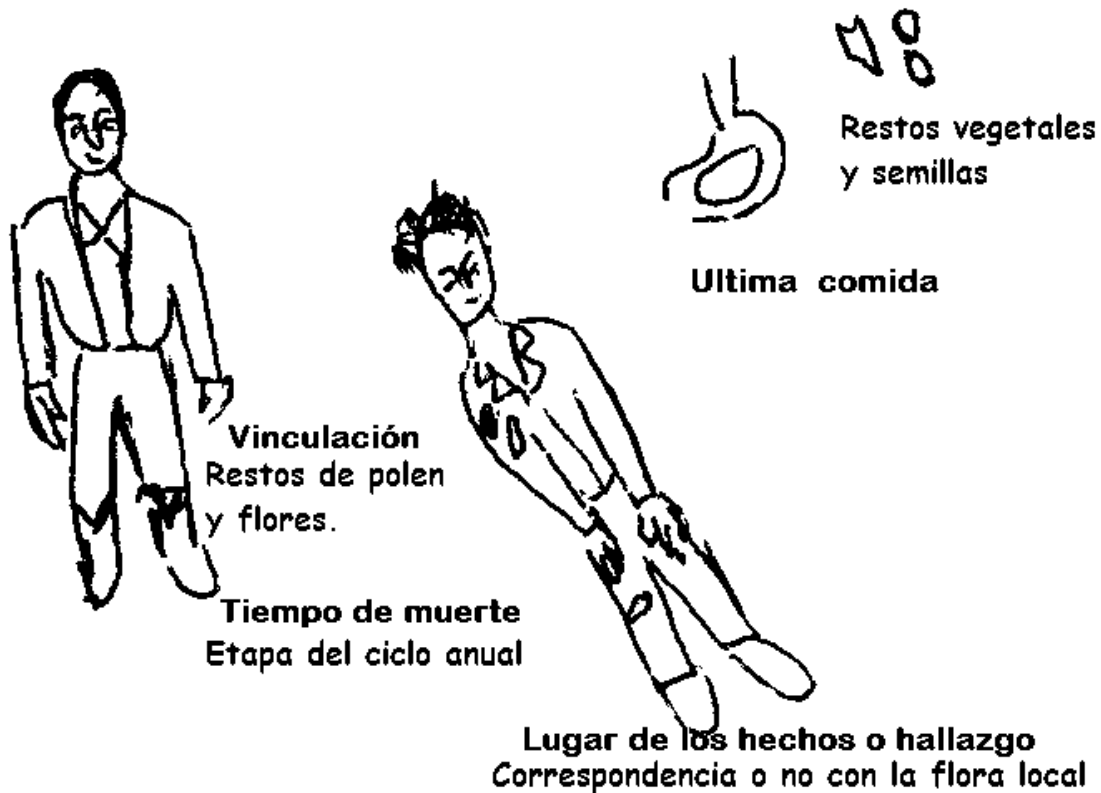
También podemos determinar qué fue lo que la persona comió por última vez puesto que algunas veces quedan restos de semillas en el tracto digestivo que se pueden recuperar de un cadáver momificado en los casos que encontremos dichos restos o bien mas difícilmente en la tierra de la cavidad abdominal, por ello la insistencia de tomar muestras con el objetivo de intentar buscar los indicios.

---

<sup>188</sup> Platt 2011:47

<sup>189</sup> Morales 2011:1356

## UTILIDAD DE LA BOTÁNICA FORENSE



### COLECCIÓN DE INDICIOS

Uno de los objetivos fundamentales del arqueólogo forense en la escena de los hechos es la correcta recuperación de material sensible significativo de manera adecuada para lo cual él debe de pensar en la posible existencia de indicios y su ubicación.

Sobre todo en el caso de la botánica puede haber indicios muy pequeños como es el caso de semillas o peor aún polen que por su tamaño son muy difíciles de observar a simple vista pero debe de tener en mente tomar muestras de manera adecuada para procesarlas en el laboratorio esperando que puedan ser de utilidad.

Por tal motivo es importante siempre que se encuentre un cuerpo en un lugar cercano a restos vegetales tomar las precauciones necesarias para poder recuperar e identificar restos botánicos.

Es importante al recoger muestras para identificación botánica, en el caso de esqueletos enviarlos primero al laboratorio de palinología para que de ahí tomen las muestras de tierra en los orificios naturales antes de enviarlos a antropología forense donde se desharán de la tierra y con ello de los restos botánicos que pudiera tener.

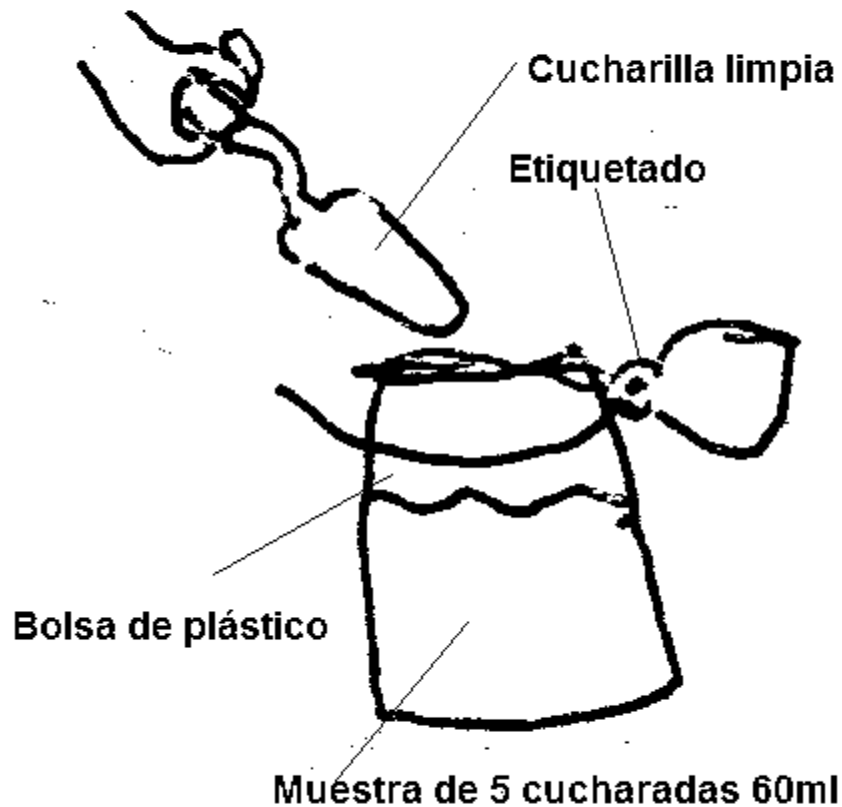


En el caso de cuerpos enterrados también es importante tomar muestras de la tierra por los diferentes niveles tanto estratigráficos como métricos.

Para dicho fin se tomaran muestras con una cucharilla limpia o por lo menos lavada con agua destilada a fin de que no se mezclen las muestras lo que daría graves errores en la investigación policiaca.

Se tomaran 60mg aproximadamente 5 cucharadas de muestra y se depositaran en una bolsa de plástico sellada con una etiqueta que contenga los datos de identificación llenada previamente.

## MUESTRAS PARA PALINOLOGIA



Además es importante en estos casos el cernido de la tierra para encontrar pequeños restos vegetales como semillas o trozos de madera que pueden dar mucha información para la investigación policiaca.

De hecho sería conveniente hacer en el campo la flotación para recuperar restos mínimos de semillas o polen<sup>190</sup>.

En cuanto a los indicios macroscópicos tienen la ventaja de que se pueden ver y manejar a simple vista lo que nos garantiza la calidad de los mismos y que no necesitemos esperar a ver qué sucede cuando se procesan en el laboratorio.

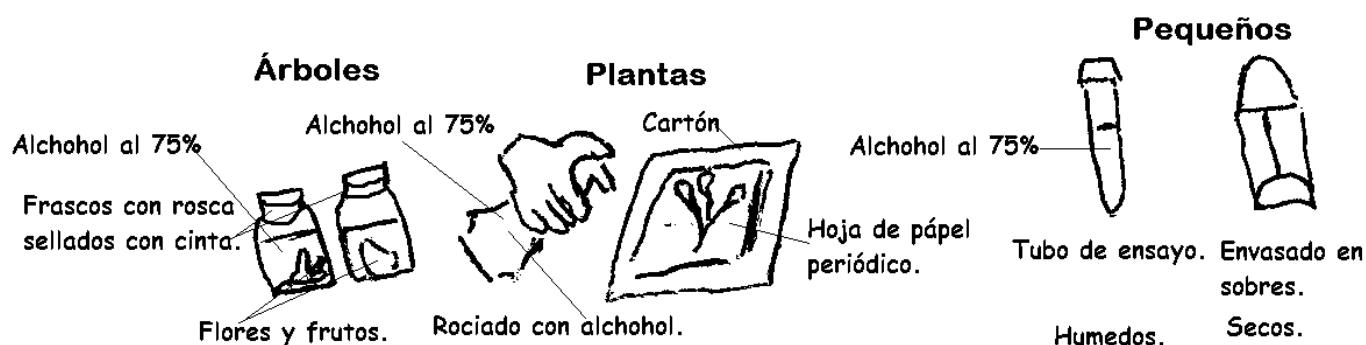
Se deben recoger con pinzas con protectores de goma de manera que no se dañen al ser colectados para posteriormente envasarlos en sobres de papel si está seco o bien en un tubo de ensayo con etanol o alcohol al 75% si están húmedas.

Wheler nos recuerda la importancia de conservar la humedad envolviendo los restos en papeles húmedos puesto que al secarse se corre el riesgo de desintegración.

Las plantas se colocan entre dos capas de cartón en el exterior, posteriormente entre dos hojas de papel periódico rociándolas con un atomizador con la solución anterior.

Por último los arboles como es lógico no se transportaran al laboratorio sino que para su identificación solo se recolectaran las flores y los frutos para depositarlos en frascos de boca ancha con solución alcohólica y sellados con cinta adhesiva además de que deben estar debidamente etiquetados.

## RECOLECCIÓN DE MUESTRAS BOTÁNICAS



<sup>190</sup> Recordar lo mencionado de métodos de flotación en la sección de excavación.

## ANALISIS DE LABORATORIO

El arqueólogo forense en si no maneja las muestras en el laboratorio pero si necesita saber que hacen los biólogos para comprender como se obtiene el material de estudio así como necesitara explicar muchas veces en la corte como recolector de material sensible significativo como se llego a las conclusiones presentadas.

Como se trata en el apartado de antropología de las paginas anteriores los restos que contienen en sus cavidades naturales tierra deben ser llevados a los laboratorios de botánica a fin de que sea en ellos donde se extraiga la misma con el objetivo de buscar restos vegetales en la misma antes de lavar los huesos y vaciar por el drenaje los indicios.

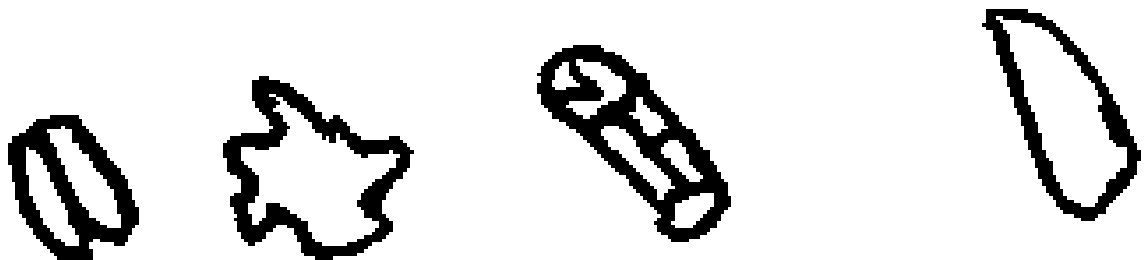
Antes de entrar en si a lo que buscamos en el laboratorio y las técnicas de recuperación necesitamos mencionar aunque sea de manera sucinta que se puede buscar.

Dentro de contextos arqueológicos podemos mencionar que los microrestos se pueden clasificar en semillas, polen, madera carbonizada y almidón.

En la botánica forense los primeros dos restos siguen teniendo importancia recuerde el lector lo que dijimos de los fines de la botánica, los restos carbonizados son raros en contextos forenses pero el encontrarlos nos pueden hablar de actividades del presunto criminal así como de la correspondencia o no con el lugar donde fue encontrada.

Por último el almidón adherido a manos de metate o a piezas de cerámica como es lógico no se encontrara en un contexto forense

## MICRORESTOS BOTÁNICOS



**Semillas   Polen   Restos carbonizados   Almidón**

Las muestras de tierra primeramente deben ser secadas ya sea al aire libre o bien en un horno de secado diseñado para ese fin o bien al aire libre.

El siguiente paso consiste en separar las muestras según el tipo de indicios que se estén buscando en dos procesos que parten de los mismos principios físicos que es la separación por agregar agua y retener las muestras en redes de diferentes tamaños de trama debiendo detenerse partículas mayores a el tamaño de la trama.

Para al último observar al microscopio el material recuperado con el fin de identificarlas.

#### **PROCESAMIENTO DE MUESTRAS**

##### **SECADO**



Ya sea al aire libre o en hornos de secado.

##### **ADICIÓN DE AGUA**



Se utiliza para que las partículas empiezen a flotar y puedan ser recuperadas.

Siempre debe ser destilada.

##### **PASO POR MALLAS DE DIVERSAS TRAMAS**



Detendrán partículas mayores al tamaño de la trama.

Se deben dejar secar para posteriormente buscar materiales.



##### **OBSERVACIÓN AL MICROSCOPIO**

Fase final en donde se puede observar los microrestos para compararlos con especies conocidas.

La primera técnica es el tanque de flotación que propone Renfrew<sup>191</sup> que consiste en una serie de tanques conectados por tubos y que contienen diversas mallas para ir deteniendo en ellos los restos botánicos.

---

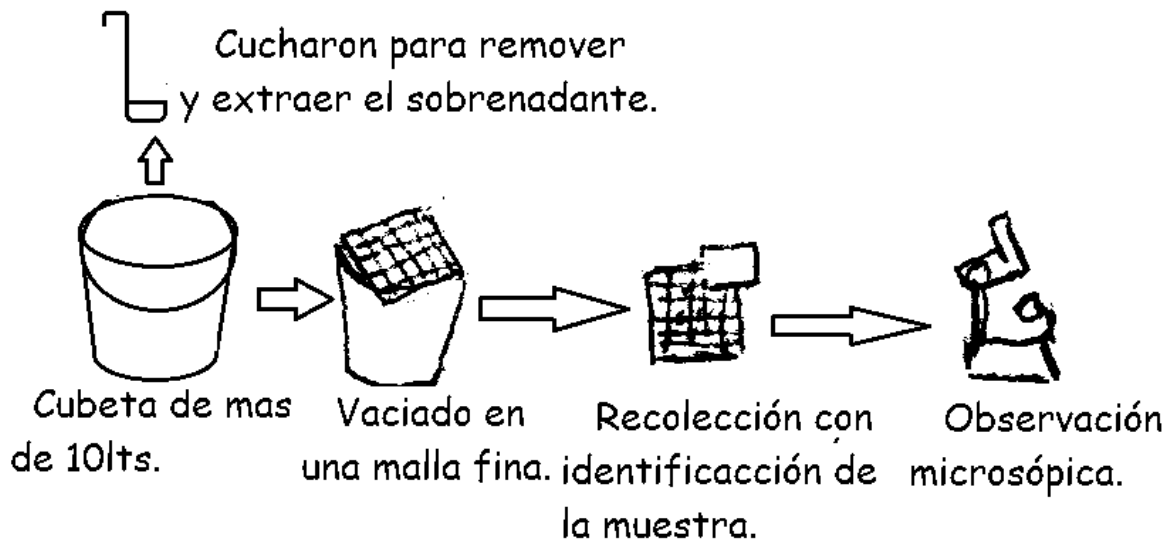
<sup>191</sup> Renfrew 2012:251

El diagrama ilustra el flujo de agua residual a través de un sistema de tratamiento. El agua entra por la 'Entrada de agua' y pasa por una 'Sección transversal de una malla de nylon de 1mm<sup>2</sup>'. En este punto, las 'Partículas ligeras' flotan y son recogidas en el 'Tanque de flotación'. El agua que queda pasa al 'Primer tanque de sedimentación'. Desde allí, el agua fluye hacia el 'Segundo tanque de sedimentación' a través de un 'Tubo de administración rodeado de una malla fina 1mm<sup>2</sup>'. En el segundo tanque, el 'Lodo' se deposita en el fondo y es evacuado por la 'Salida de lodo'. El agua tratada sale por el 'Desague de lodo'. Una 'Bomba' en la parte inferior del sistema recircula el agua desde el desague de lodo de vuelta a la entrada de agua.

Posteriormente se deja reposar un tiempo y se vuelve a pasar a otra cubeta hasta que se consuma el lodo.

Ya secas se observan al microscopio con el objetivo de realizar la identificación de las especies.

## FLOTACIÓN DE SEMILLAS



### OBTENCIÓN DE MATERIAL DE COMPARACIÓN

Si bien hemos dicho en líneas anteriores que la identificación del material botánico se logra por medio de la comparación es lógico que necesitemos tener colecciones de estudio de manera que podamos realizar esta labor.

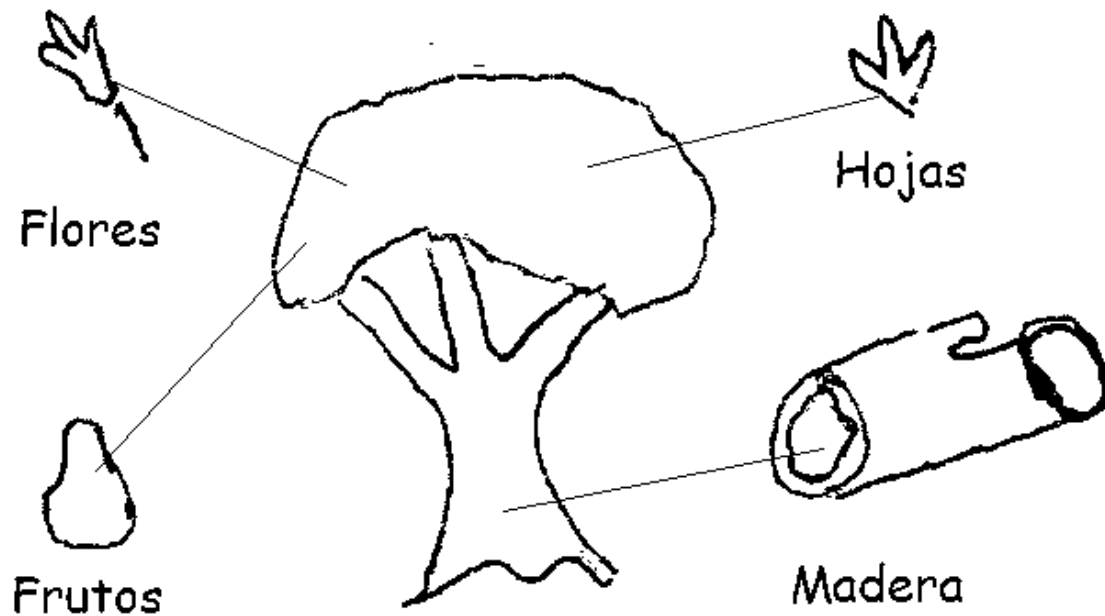
Por lo cual es importante que las autoridades tengan colecciones de diferentes lugares debidamente clasificadas para facilitar el trabajo, en ocasiones grupos de biólogos que han trabajado determinada región ya tienen en sus centros de investigación muestrarios o bien existen libros especializados en los cuales vienen identificadas las diversas plantas.

Para formar las colecciones se necesita recolectar ciertas partes específicas de la vegetación y tener suficientes ejemplares que cubran todas las variedades posibles de expresión lo que pudiera en cierto momento dificultar la identificación.

El recolectar arboles enteros además de que por su tamaño sería una labor sumamente complicada implicaría también una agresión a la ecología además de que no es de mayor utilidad para la identificación.

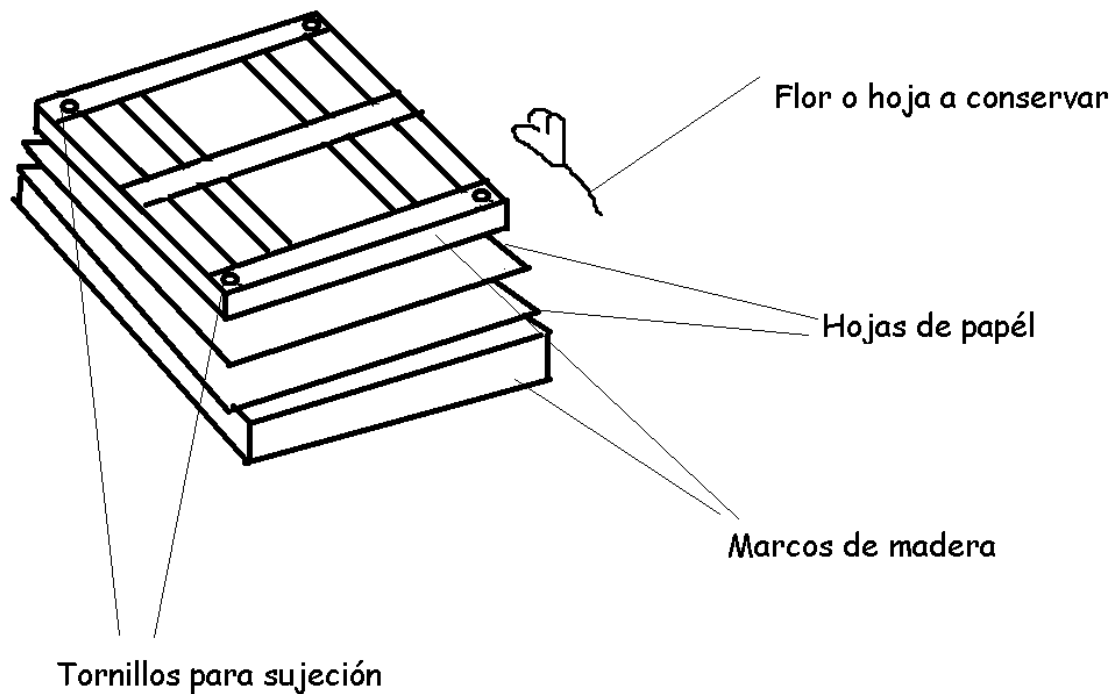
Por lo cual solo se recolectan flores, frutos, fragmentos de madera y hojas.

## ELEMENTOS RECOGIDOS DE UNA PLANTA



Para recolectar las flores y las hojas generalmente se utilizan prensas que consisten en unos bastidores de madera a los que se les añaden las especies colectadas entre dos hojas de papel que sirve como secante de esta manera entre la acción de la presión ejercida por la prensa y la absorción del papel se secan los especímenes y están listos para su almacenaje definitivo.

## PRENSA BOTANICA



El fin último de la botánica forense es el de proporcionar información que sea útil para la investigación policiaca de los hechos, por lo cual es necesario hasta donde sea posible identificar la planta de donde provienen los indicios recuperados en el laboratorio.

Para dicho fin el botánico puede partir de tres caminos diferentes para comparar su material y a partir de ahí asignarle una identificación.

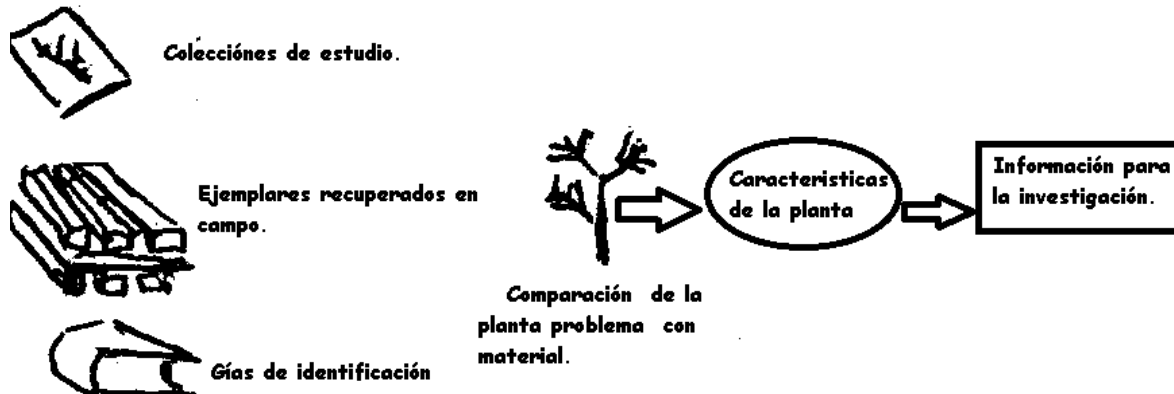
Primeramente cuenta con colecciones previamente formadas en los centros de investigación biológica o ecológica que ya tienen ejemplares recolectados desde tiempo atrás e identificados por localidad género y especie.

Por otro lado ejemplares recién colectados en la zona de intervención que pueden ser identificados y como es lógico si estos ejemplares corresponden con los recuperados de las cercanías del cuerpo indicaría que el lugar del hallazgo y el de los hechos es el mismo.

Por ultimo existen publicaciones en las cuales se describen restos botánicos de diferentes partes del mundo, si no se encuentran los restos botánicos recuperados en la región donde fue hallado el cuerpo pero se pueden identificar como especies endémicas de una región específica esto puede ayudar mucho a la investigación policiaca puesto que nos hace suponer una relación con dicha región aunque sea muy distante a nuestra área de trabajo.

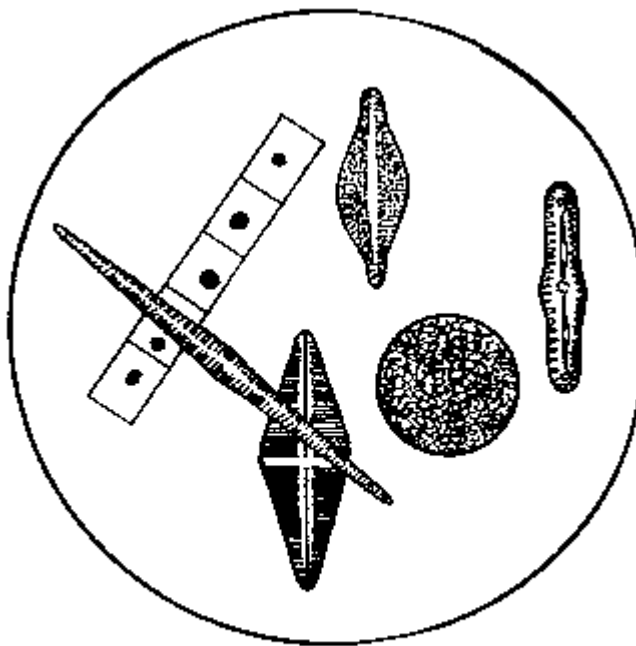


## IDENTIFICACIÓN DE UNA PLANTA



## DIATOMEAS

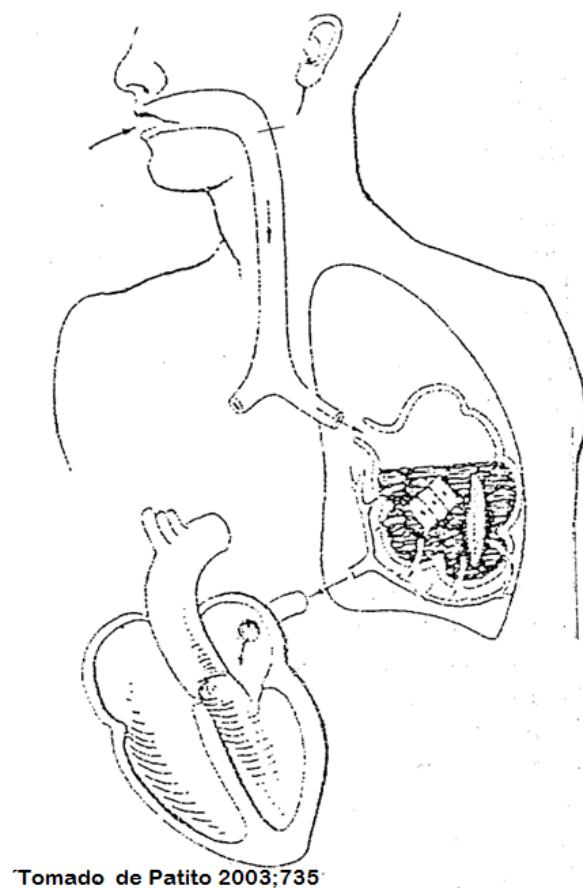
En caso de cuerpos en medios acuáticos contamos con unos elementos muy útiles para nuestro estudio que son las diatomeas que son organismos unicelulares pequeños de la clase *Bacillariophyta*<sup>192</sup> que viven en el agua y que nos pueden dar mucha información acerca de las circunstancias en las que se produjo la muerte.



Representación esquemática de algunos tipos de diatomeas de aguas dulces y marinas. Aumento aproximado  $\times 600$ .  
Tomado de Calabuig 2005:474

<sup>192</sup> Vázquez 2003:404

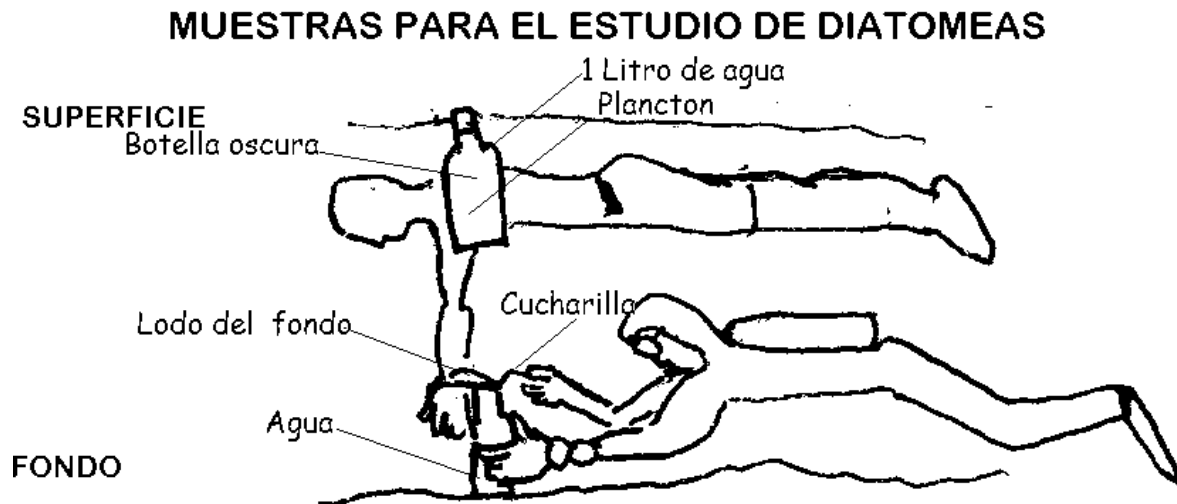
Por ejemplo cuando el individuo murió ahogado debió inhalarlos en grandes cantidades motivo por el cual debemos encontrar este tipo de microorganismos en puntos muy distantes si es que el sujeto estaba vivo al momento de caer al agua puesto que ingresarían por vía respiratoria y pasarían utilizando los vasos destinados a la circulación de aire a el resto de la economía.



Pero la utilidad de las diatomeas no se limita a determinar si el individuo estaba vivo o muerto en el momento de caer al agua sino que nos pueden ayudar a determinar si el individuo murió en el sitio donde fue encontrado o bien fue ahogado en otra parte y posteriormente depositado el cuerpo para ocultar un homicidio esto se logra gracias a la gran variabilidad de especies existentes y que existen especies de agua dulce y salada además de que existen diferencias en la distribución geográfica de las especies lo que un biólogo con suficiente experiencia y material de comparación puede determinar con bastante precisión el área donde el individuo falleció.

De aquí la importancia de tomar muestras tanto de la superficie como del fondo del cuerpo donde fue hallado el cadáver para poder comparar si existe correspondencia o no entre las diatomeas del medio y las del cuerpo lo cual indicaría que murió en la sitio.

Para dicho estudio Vázquez<sup>193</sup> propone tomar una muestra de superficie en una botella oscura de 1 litro que debe contener el plancton y a la cual se le agregan 5 gotas de formol puro, la segunda muestra es la del fondo que debe tener sedimento y agua a la cual también se le agregara el formol.



Una tercera utilidad de las diatomeas es que al encontrar un cuerpo que ya tiene en el agua o en franca reducción esquelética podemos determinar al buscar en médula ósea el sitio de procedencia.

## **GEOLOGIA**

La geología forense es una ciencia que se encarga del estudio de los suelos, su conformación y clasificación.

Esto nos permite por un lado identificar las capas estratigráficas de las paredes de nuestra excavación y por otro identificar tierras extrañas a la región y por sus características deducir de donde viene o donde estuvo el sujeto antes de morir.

## **ANALISIS DE LAS MUESTRAS**

Toda muestra geológica puede describirse formalmente Renfrew menciona dos tipos de análisis por un lado el más simple que puede consistir simplemente en tocar la textura con la mano y posteriormente humedecer un poco la muestra para ver su plasticidad y capacidad de modelado haciendo un pequeño barro con la misma<sup>194</sup>.

---

<sup>193</sup> Vázquez 2003: 408-9

<sup>194</sup> Renfrew 2012:241

## ANÁLISIS PREVIO DE UN SUELO

Frotamiento entre los dedos para tocar la textura.



Humedecimiento para ver la modelabilidad de los suelos.



Si bien esto puede resultar interesante para el arqueólogo sobre todo porque le permite identificar cuales suelos se usaron para producir la cerámica dentro de la criminalista tiene poco interés sin embargo podemos pasar a los otros elementos que menciona para estudiar una muestra.

El primer punto para identificar un suelo es la determinación del tipo de material que lo compone Morales<sup>195</sup> nos dice que los suelos están compuestos de un solo material mientras que las rocas están compuestas de varios.

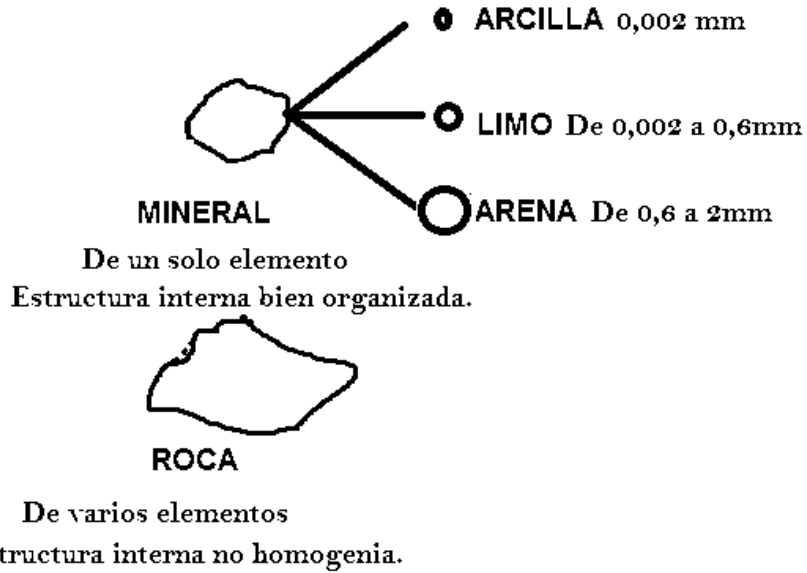
Otro punto interesante es la organización interna puesto que los suelos tienen una organización interna bien ordenada y regular mientras que las rocas tienen una organización anárquica.

El segundo elemento seria el tamaño de las partículas puesto que Domingo nos dice que podemos por este dividirlos en tres tipos diferentes que son la arcilla, el limo y la arena.

---

<sup>195</sup> Morales 2011:1178

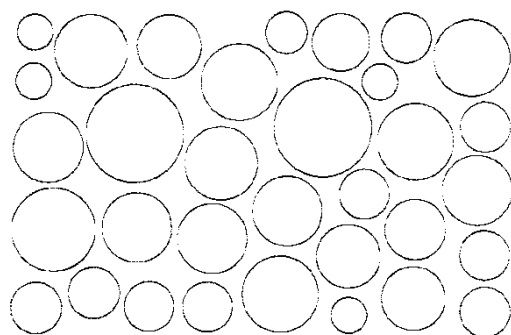
## CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS



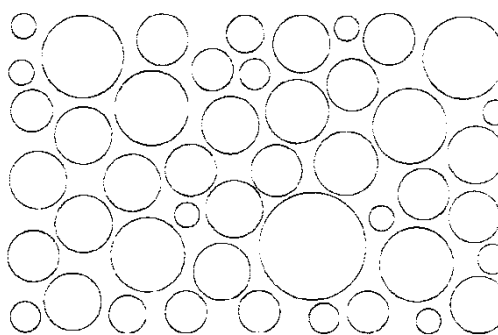
El color depende mucho de la composición mineral del suelo en cuestión, se ha estandarizado en las escalas de Munsell de manera que se tiene que ir comparando hasta encontrar el tono exacto en esta escala.

El grado de ordenación es una cuestión un poco más subjetiva. Domingo propone de acuerdo a la estructura interna del mineral dividirlo en cuatro grados a saber: Bien ordenado,

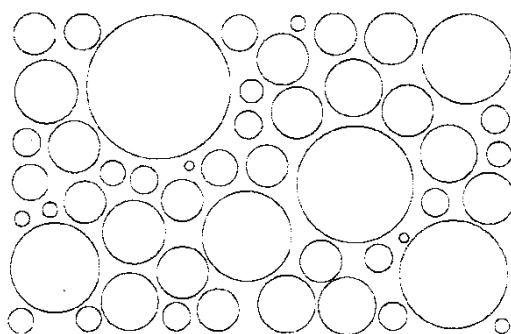
moderadamente ordenado, mal ordenado y muy mal ordenado.



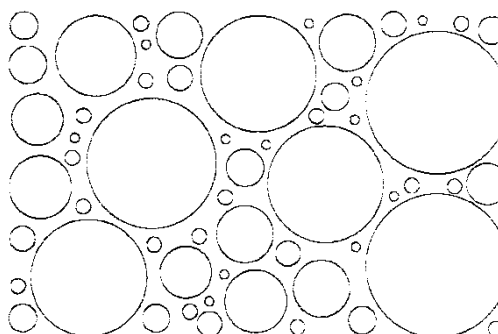
**Bien ordenado**



**Moderadamente ordenado**



**Mal ordenado**



**Muy mal ordenado**

*Cómo calcular el grado de ordenación de la fracción del sedimento (según Museum of London, 1990).*

En cuanto a el pH del suelo este determina la acidez o alcalinidad de los suelos que como vimos en el capítulo de tafonomía puede propiciar la desaparición de los esqueletos además de que dentro de la agricultura puede ser un suelo fértil o no.

El pH se puede medir de forma sencilla con una tirilla de tornasol que es un papel especial que cambia de color de acuerdo al grado de acidez de un suelo.

Otros criterios que nos ayudan a describir el suelo pueden ser su densidad determinada por la división de su masa y su peso para lo cual utilizamos la balanza analítica.

Así como la estructura microscópica para determinar la misma utilizamos generalmente el microscopio esteroscópico que nos permite conocer la estructura externa de los materiales.

## ANALISIS DE LOS SUELOS



### TAMAÑO

Nos ayudan los tamices de diferentes tamaños,



### COLOR

Siguiendo las escalas de Munsell



### GRADO DE ORDENAMIENTO

Grado de ordenamiento del suelo que puede ir desde muy ordenado hasta desordenado.

pH



Acidez o alcalinidad determinada por el



### BALANZA ANALÍTICA

Nos permite determinar el peso aun de muestras muy pequeñas.



### MICROSCOPIO

Nos permite observar la estructura del mineral con muchos aumentos.

## RECOLECCIÓN DE INDICIOS

El arqueólogo forense debe saber dónde tomar muestras para poder recuperar en su excavación material adecuado además de poder presentar material para comparación cuando por las investigaciones policíacas se obtengan muestras de material dubitado que al ser confrontado en el laboratorio pueda dar correspondencia o no con el material.

Primeramente como dijimos en el capítulo de restos en superficie es importante que los restos de ropa y zapatos sean embalados en bolsas de papel de manera que puedan ser estudiados en el laboratorio de geología principalmente manchas de tierra adheridas a las ropas o bien tierra adherida a los zapatos<sup>196</sup>.

En el sujeto detenido es también importante recuperar tierra de los zapatos para compararla con la del cadáver y determinar si corresponde o no con la tierra de la zona del entierro.

Otro punto importante es si el sujeto detenido posee una pala o alguna otra herramienta que probablemente se utilizó para excavar la fosa puesto que muchas veces se utiliza en este momento y después se deja guardada por años y si tenemos suerte tendrá algo de tierra adherida que podemos comparar con nuestras muestras de la excavación.

Un tercer punto sería muestras de tierra contenidas en los casquillos o proyectiles disparados por armas de fuego puesto que esto nos puede orientar si el individuo murió en la región o murió en otra parte y fue llevado al lugar del hallazgo.

Por último es importante recoger en la zona las piedras y rocas es posible que alguna de ellas fue utilizada como arma homicida y que se encuentren trazas de sus elementos componentes en el interior del cráneo.

---

<sup>196</sup> Morales 2011:1180



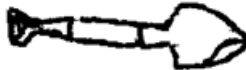
## ALGUNAS MUESTRAS DE INTERES PARA LA GEOLOGÍA FORENSE



Adherida al cuerpo o las ropas nos sirve para inferir si el individuo murió en el lugar o fue depositado ahí posteriormente.



En la suela de los zapatos nos ayuda a identificar a el agresor al compararla con tierra del lugar de los hechos.



En la pala nos permite identificar si fue usada para hacer una fosa comparando con las muestras de la sepultura.



En un proyectil nos ayuda a determinar si fue la causa de muerte.



En una roca nos ayuda a determinar si fue usada para agredir a alguien.

## RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Si bien al principio del capítulo hablamos de toma de muestras para análisis comparativo cuando ya existe un caso el criminalista necesita tomar muestras con el objetivo de comparar sus muestras del terreno con las del caso y poder de esta manera hacer la vinculación.

Afortunadamente el material para coleccionar muestras es fácil de conseguir y de operación muy sencilla.

Primeramente se necesitan cepillos para tallar las rocas en ocasiones por el tamaño de las mismas no es practico transportarlas al laboratorio y tendremos que conformarnos con documentarlas pero pueden tener adheridas capas de otros sedimentos o musgos que alteran las características generales de las mismas y es necesario eliminarlas estas capas para tener una muestra confiable.

Las cucharas y palas de mano nos permiten tomar pequeñas cantidades de muestras del suelo en estudio.

Los instrumentos odontológicos como los ganchos y las paletas nos permiten recoger pequeños indicios así como liberar de una matriz de tierra indicios no geológicos como pudieran ser los huesos del esqueleto humano o de algún animal.

Los instrumentos para contener las muestras pueden ser las mas comunes las bolsas autosellables, se pueden también usar para pequeñas rocas los vasos coprológicos que tienen la ventaja de ser de sello hermético y venir esterilizados lo que evita contaminación de la muestra.

Los tubos de rollos de películas fotográficas sellan bastante bien y tienen la ventaja de que no se desperdician aunque tienen la desventaja de que al contener alta cantidad de plata pueden alterar la composición química de la muestra.

## MATERIAL PARA RECOGER MUESTRAS GEOLOGÍCAS



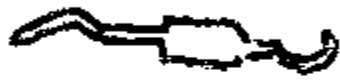
### **CEPILLO**

Nos permite limpiar superficies.



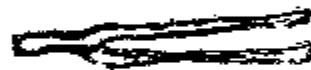
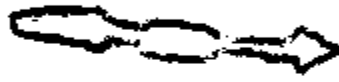
### **CUCHARA**

Nos permite tomar muestras.



### **INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS**

Para trabajos finos como excavación y recolección de pequeñas cantidades de muestras.



### **PINZAS DE DISECCIÓN**

Nos permiten tomar entre sus brazos pequeñas muestras.



### **BOLSAS AUTOSELLABLES**

Para embalar rocas o fragmentos grandes de minerales.



### **VASOS COPROLÓGICOS**

Para embalar pequeñas muestras.



### **FRASCOS DE ROLLO**

Para embalar muy pequeñas y frágiles.

Es importante que los laboratorios de geología forense cuenten con colecciones de comparación para que en el momento en el que se les presente una muestra problema puedan empezar a buscar concordancias para posteriormente comparar muestras testigo con los problemas y poder afirmar la existencia de similitudes y diferencias entre las mismas.

Los geólogos usan técnicas sencillas para recoger muestras de superficie que vienen de la mineralogía y de la búsqueda posible de minas.

Para recolectar muestras de comparación se necesitan dos herramientas principales por un lado el martillo de geólogo con el cual se pueden tomar pequeñas muestras de minerales golpeando las rocas con la punta o bien ayudándonos de un cincel con el cual al golpear la roca obtenemos pequeños fragmentos útiles para estudiar.

#### **MUESTRA DE ROCA**



Un tercer objeto indispensable para recolectar las muestras son los cuencos en los que iremos depositando de manera individual las muestras geológicas.

Otro material necesario es un mapa puesto que este nos permite ubicar exactamente de donde tomamos las muestras así como verificar la información geológica que el mismo proporciona.

También es importante contar con una brújula puesto que está siempre nos marcará el norte magnético de manera que podamos ubicar con precisión de donde tomamos nuestra muestra aunque en la actualidad este instrumento está siendo sustituido por los modernos sistemas de posicionación satelital o GPS.

## MATERIÁL PARA CAMPO



### BRÚJULA

Nos ayuda a establecer la orientación magnética y los puntos cardinales.



### CUENCO

Recogemos pequeñas muestras para separar y analizar.



### MARTILLO DE GEOLOGÍA

Permite sacar pequeñas lascas así como ayudado por el cincel permite obtener muestras.



### CINCEL

Con su punta rompe fragmentos de roca para estudiar.



### MAPA

Nos permite ubicar las muestras.

Si bien estos métodos son útiles para recoger muestras de la superficie en ocasiones se necesitan tener muestras de varias capas de profundidad para estudiar los cambios que ha habido en la corteza de la tierra y las capas que han constituido las mismas.

Esto resalta mucho interés sobre todo en cuestiones arqueológicas en donde se puede determinar por la estratigrafía si un hallazgo de un esqueleto tiene interés medicolegal o histórico.

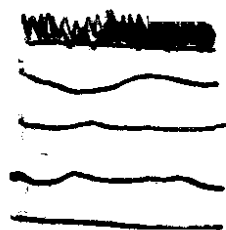
Obviamente estos métodos ya son más laboriosos puesto que no solo consiste en recoger muestras superficiales sino que implica tener una excavación para obtener una muestra de las diferentes capas.

El otro método es la utilización de látex o esmalte en el perfil que si ya tenemos una excavación se vuelve una tarea sencilla puesto que simplemente limpiamos el perfil,

aplicamos la capa de látex esperamos a que se seque y se puede retirar tato en láminas o enrollar para hacerla más fácil de transportar<sup>197</sup>.

De esta manera tenemos una copia de los estratos que conforman el perfil sin la necesidad de tener muestras de todo.

### MUESTRAS DE PERFÍL POR MEDIO DE CAPAS DE LATEX



Limpieza del perfil



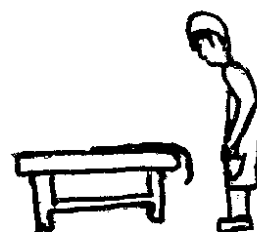
Aplicación de una capa de latex



Desprendimiento una vez seca



Envío al laboratorio enrollado o en laminas



Estudio detallado de todo el perfil

---

<sup>197</sup> Renfrew 2012:242

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alva, Mario y Nuñez Aurelio

1989 *Atlas de medicina forense* Trillas

Alva, Mario

2005 *Compendio de medicina Forense* Méndez editores

Bahn, Pau

2002 *Arqueología guía del pasado humano* Blume Barcelona

Barba, Luis

1990 *Radiografía de un sitio arqueológico* Instituto de Investigaciones Antropológicas Universidad Nacional Autónoma de México, México

Bendala, Manuel

1991 *La arqueología* Salvat, Barcelona, España

Brotwell, Don

1987 *Desenterrando huesos* Fondo de Cultura Económica

Bouquet, Alain

2005 *Manual de criminalística moderna* Siglo XXI

Castellanos, Jorge *Medicina legal y forense* Barra Nacional de Abogados

Carandini, Andrea

1997 *Historias en la tierra Manual de excavación arqueológica* Crítica, Barcelona

Del Castillo, Oana *Excavación consolidación y almacenamiento de restos óseos humanos provenientes de contextos arqueológicos* en Colecciones esqueléticas humanas en México, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México

Domingo, Inés Heater Burke y Clair Smith

2005 *Manual de campo del arqueólogo* Ariel Barcelona, España

Frondebider, Luis y Mendoca María Cristina

2001 *Protocolo modelo para la investigación forense de muertes sospechosas de haberse producido por violación de los derechos humanos* Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, México, México 2001

Galera, Virginia López- Palafox, Juan y Prieto, Lourdes

2005 *Antropología Forense* en Para comprender la antropología biológica pp137-150 Navarra

Gutiérrez, Ángel

1999 *Manual de ciencias forenses y criminalística* Trillas

Guzmán, Carlos

2003 *Manual de criminalística* La Roca Buenos Aires, Argentina 2003

Hadlug, William *Forensic taphonomy* en An introduction to Scientific and Investigative Techniques CRC press 2003 pp99-112

Hole, Frank Heizer, Robert

*Introducción a la Arqueología prehistórica* Fondo de Cultura Económica México, México.

Instituto de investigaciones forenses

2006 *Guía para la colección envió de muestras evidencias y exámenes forenses* La Paz, Bolivia

Inguarán, Mario *Manual único de Criminalística* Fiscalía General de la Nación s/ f

Isidro, Albert y Malgosa, Asunción

2002 *Paleopatología la enfermedad no escrita* Masson Barcelona 2002

Erzincliglu, Zakaria

2012 *Forenses* Editorial tomo, México, México

Fernández, Víctor

2000 *Teoría y método de la arqueología* Síntesis, Madrid, España

Krenzer, Udo

2006 *Compendio de métodos antropológico forense* (seis tomos) Centro de Análisis Forense y Ciencias Aplicadas Guatemala, Guatemala.

Lagunas, Zaid y Hernández, Patricia

2007 *Manual de osteología* Escuela Nacional de Antropología e Historia, México

Lara, Israel

2009 *Fundamentos de antropología forense Técnicas de prospección, exhumación y análisis de restos óseos en casos forenses* Instituto Nacional de Antropología e Historia, México México.2009

Litvak, Jaime

1986 *Todas las piedras tienen 2000 años Una introducción a la arqueología* Trillas

Lomeli, Hilario

2005 *Reconstrucción de caras en cráneos y otros sistemas de identificación* Ángel editor México, México

Lozano, Oscar

2006 *Estomatología forense* Trillas

Martínez, Mirna Guillermina

2015 *Investigación forense en México* Trillas, México México

Márquez, Lourdes y Ortega Allan Colecciones esqueléticas humanas en México Excavación aspectos normativos Escuela Nacional de Antropología e Historia, México, México 2011

Morel, Piere *La antropología física* EUBDEBA Buenos, Aires, Argentina 1964



Moreno, Rafael *Manual de introducción a la criminalística* Porrúa 1990

Montiel, Juventino *Criminalística* (tres tomos) Limusa Noriega 2008.

Morales, Luis *Enciclopedia Criminalística criminología investigación* (Tres tomos)Sigma editores Bogotá, Colombia 2011

Núñez de Arco, Jorge *Medicina legal y criminalística* El original San José, la Paz, Bolivia 2014

Platt, Richard *Ciencias forenses* Altea México, México 2012

Raffo, Osvaldo *Re-autopsias y exhumaciones jurídicas* en Cuadernos de medicina Forense Año 1, N°3, Pág.153-166

Rebato, Esther *Para comprender la antropología biológica* El Vervo Divino, Navarra, España 2005.

Reimann, W y Prokop, O. *Vademécum de medicina legal* Editorial Científico técnica, 1987.

Renfrew, Colin y Bahn, Paul *Arqueología teoría métodos y practicas* Akal Madrid, España, 2011

Reverte, José Manuel *Tafonomía forense* Museo de antropología médico-forense paleopatología y criminalística s/f.

Rodríguez, José Vicente *Introducción a la antropología forense* Anaconda 1994.

Romero, Javier *Técnica antropológica de exploración* Sobretiro del Vigésimo séptimo congreso internacional de Americanistas Reimpresos N°9 Instituto de investigaciones Antropológicas

Romano, Arturo *Sistema de enterramientos* en Antropología Física época prehispánica, Instituto Nacional de Antropología e Historia pp 84 111 México 1974

Salas, Maria Elena *Estudio Antropofísico de los restos óseos procedentes del Sistema de Transporte Colectivo (Metro) de la Ciudad de México* (Tesis Profesional), Escuela Nacional de Antropología e Historia, México. 1977

Sorg, Marcela *Forensic Anthropology* en An introduction to Scientific and Investigative Techniques CRC press 2003 pp79-98

Sánchez, Iván *Arqueología forense aportación metodológica de campo* (documento en línea) 2009

Simonin, Camilo. *Medicina legal judicial* JIMS, 1973

Schwarz, George *Arqueólogos en acción* Fondo de cultura Económica México México 1976.

Ubelaker, Doglas *Enterramientos humanos excavación análisis e interpretación* Sociedad de Ciencias Aranzandi España 2007

Vargas, Eduardo. *Medicina legal* Trillas, México, México 2005.

Vargas, Eduardo a *Medicina forense criminalística* Trillas, México, México 2008.

Vargas, Eduardo b *Tanatología forense* Trillas, México, México 2009.

Weeler, Mortimer *Arqueología de campo* Fondo de Cultura Económica México, México 1981