Productividad individual y colectiva en histopatología.

por

René J. Buesa

Supervisor/Administrador de Histología (Retirado)

1 – Histología *vs.* el resto del laboratorio clínico*

Muestras: Únicas, sólidas, heterogéneas, mayormente discretas e **irremplazables** (***vs.***) Mayormente líquidas, homogéneas, abundantes, y usualmente **re-colectables**.

Decisiones a tomar: CADA paso en el flujo del trabajo requiere algún tipo de decisión que impactará la preparación terminada (***vs.***) **Sólo algunas** tareas requieren algún nivel de decisión.

Procedimientos: Más de **4.500** diversificados por el uso y las preferencias personales (***vs.***) Menos de **400** con escasa diversificación.

Resultados: Esencialmente **cualitativos** y difíciles de cuantificar (***vs.***) Esencialmente **cuantitativos** y fáciles de calificar.

Instrumentación: Más del 80% de todas las tareas son **manuales** (***vs.***) Cerca 80% de todas las tareas están **automatizadas**.

Productividad: Limitada por la destreza y la fatiga muscular (***vs.***) Limitada por la capacidad de los instrumentos en muestras por hora.

Tiempo para completar: De **minutos a horas** por procedimiento (**vs.**) Excepto por el cultivo de algunos organismos, entre **minutos a segundos** por procedimiento.

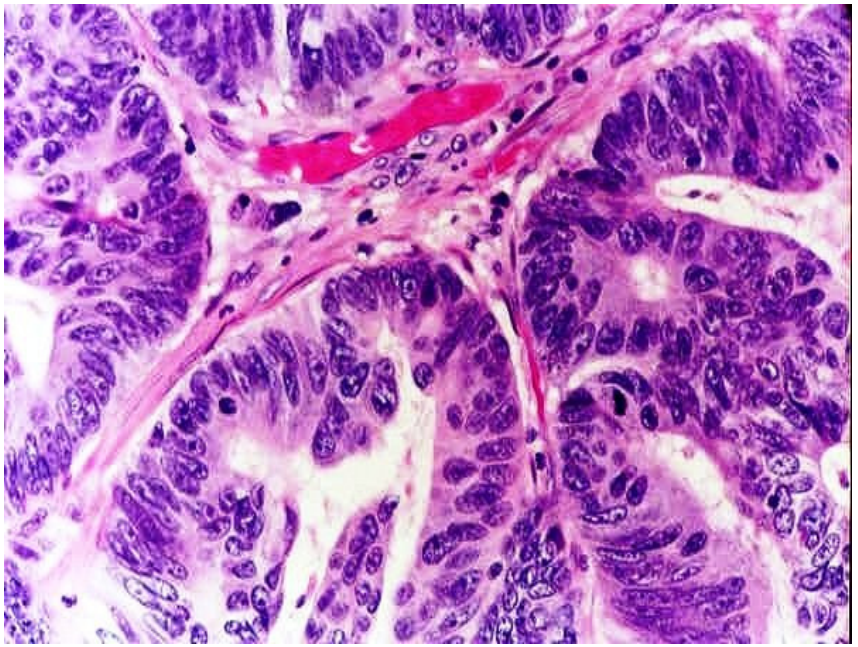
*

BUESA RJ: Histology: a unique area of the medical laboratory. *Ann.Diag.Pathol.,* 2007; 11(2):137-141

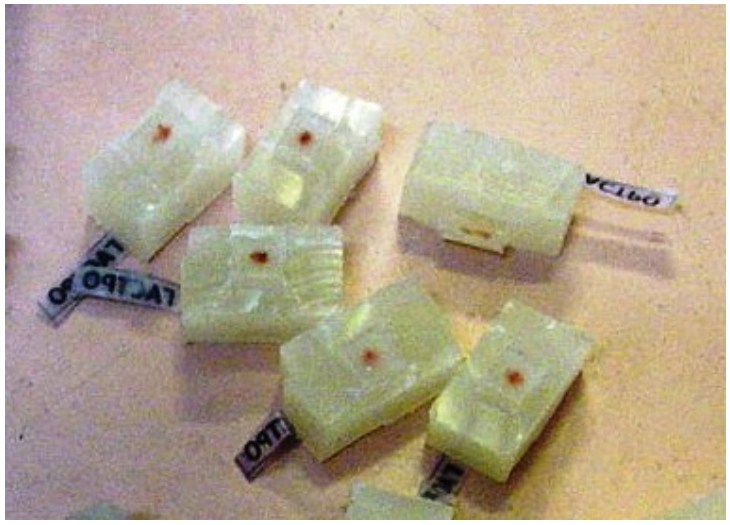
¿Por qué esas diferencias y cuáles son las consecuencias?

- Ambos tipos de laboratorios evolucionaron por separado.
- El clínico amalgamó los originales de química, “medicina tropical”, bacteriología, hematología, transfusión de sangre e inmunología y refleja el desarrollo tecnológico de la automatización.
- El de patología siempre se mantuvo más “puro”, sin incorporaciones y conservando las tareas manuales como fuente esencial del trabajo terminado.
- La **consecuencia fundamental** reside en la organización del trabajo y explica por qué la norma cuantitativa **ISO-15189** es fácil de aplicar en el laboratorio clínico, mientras la norma administrativa **ISO-9001** se adapta mejor al de patología.

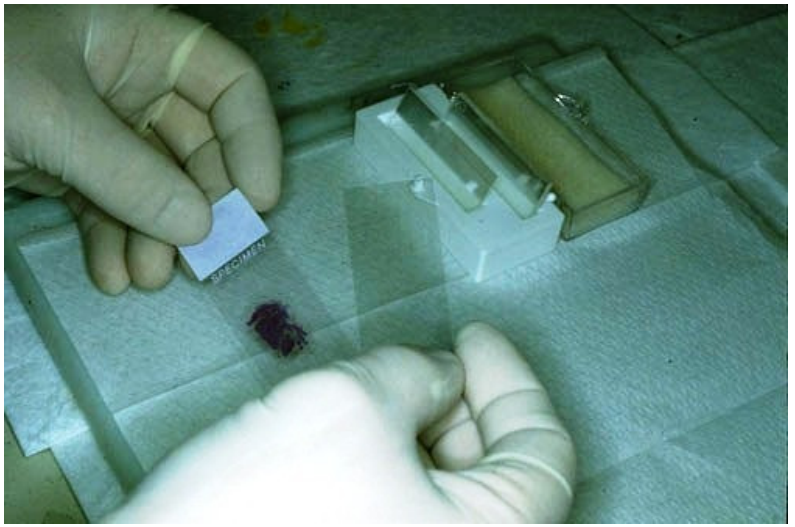
¿Cómo llegamos de descripción → preparación?



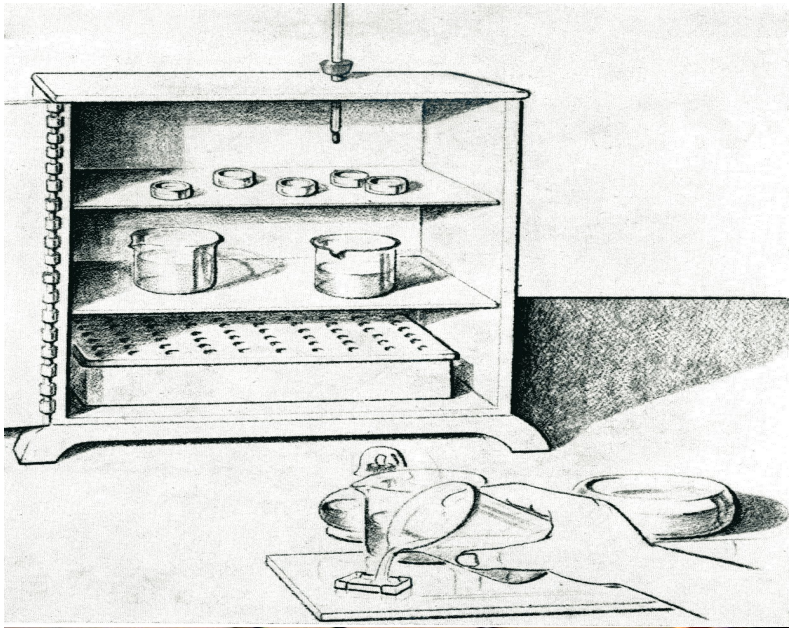
Descripción con exceso de personal. Los bloques se esculpen para usarse directamente en el micrótomo. Casteando.

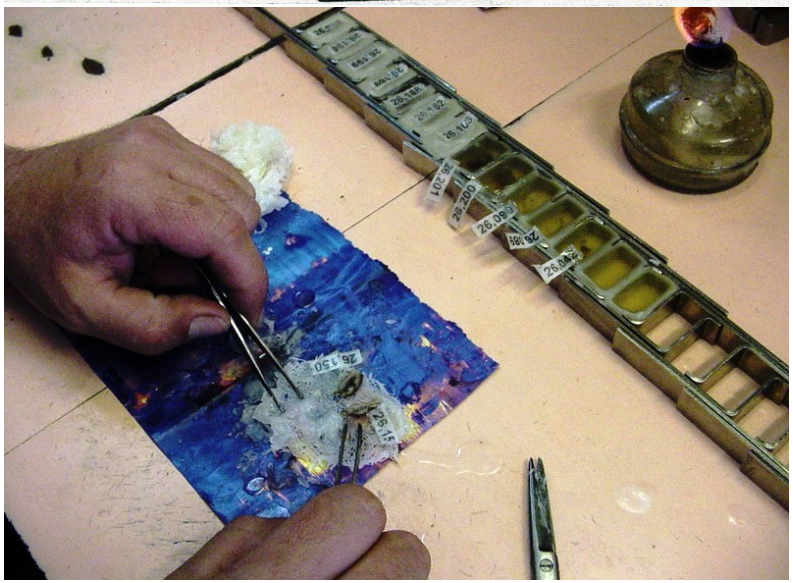


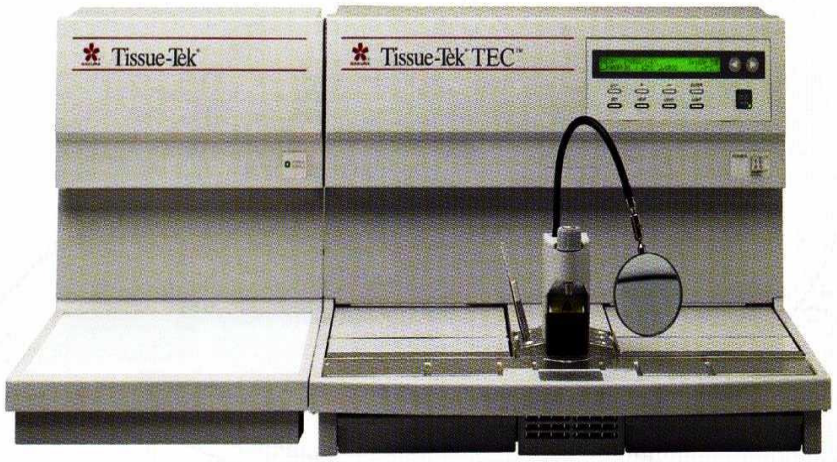
Si por este camino “manual” = **0,44 horas / caso**



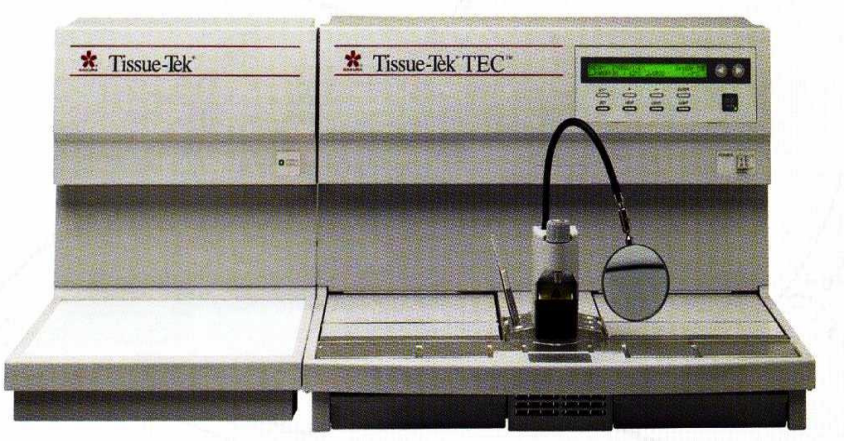
De verter parafina fundida (3 min/blq) → a centro de inclusión (1,2 min/blq) = productividad x 2,5

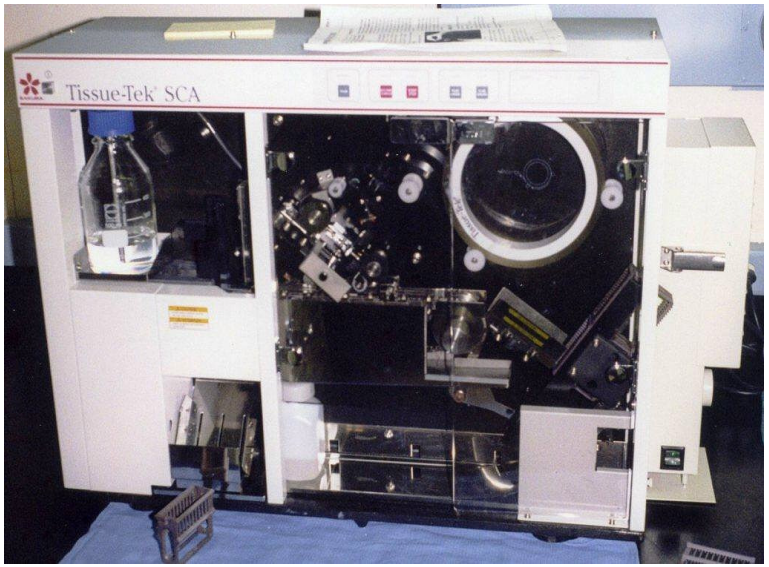






Si por este camino automatizado = **0,22 horas / caso**





2 – Estado presente de las tareas de histología.

Tareas auxiliares: Transportar especímenes; numerar casos, especímenes, casetes y láminas; ordenar los datos; cotejar las preparaciones con la información del caso y entregar a los patólogos; transcribir y distribuir los resultados; archivar bloques y láminas; manipular casetes y preparaciones.

Estas tareas requieren **26 horas** cada **100 casos** si todas se completan **manualmente**.

Si numerar casetes e identificar láminas se automatizan, se ahorrarán **1,7 horas** cada **100 casos** ó **170 horas** en **10.000 casos**, equivalentes a **€ 1.750 / año** en salarios.

Estos dos instrumentos cuestan cerca de **€ 23.000** y se pueden repagar en **13 años**.

Tareas técnicas:

Descripción: describir y casetear requieren **13,2 horas** cada **100 casos**. Estas tareas son siempre manuales.

Incluir: preparar **320 bloques** de parafina cada **100 casos** requieren **6,4 horas** cuando se hace **manualmente**. Esta tarea puede ser automatizada.

Microtomía: Desbastar, llegar a la superficie deseada y, cortar **320 bloques**, transfiriendo las secciones del baño de agua a **480 láminas** cada **100 casos** requiere **15,6 horas** cuando se hacen **manualmente**.

Tinción de rutina: teñir **manualmente** las 480 láminas de los **100 casos** requiere **9,6 horas**. Esta tarea se puede automatizar.

Montar: las 480 láminas de los **100 casos** se pueden montar **manualmente** en **6,0 horas**. Esta tarea se puede automatizar.

Resumen:

Completar **manualmente** todas las tareas anteriores requieren **76,8 horas** cada **100 casos** (**320** bloques / día o **26.000** casos / año) equivalente a una productividad bruta del flujo de **320** bloques / **76,8** horas = **4,2 bloques por hora**.

Si la identificación de casetes y láminas, incluir, teñir de rutina y montar se **automatizan,** el tiempo requerido cada **100 casos** será de **65,2 horas** para una productividad bruta de **320** bloques / **65,2** horas = **4,9 bloques por hora**, equivalente a un **17%** aumento de la productividad.

Ahora hay que responder dos preguntas:

1- ¿Cómo arribamos a una productividad de 4,2 bloques/h?

2- ¿Cuánto hay que invertir para llegar a la productividad de 4,9 bloques/h?

De “botes de papel” → moldes metálicos.

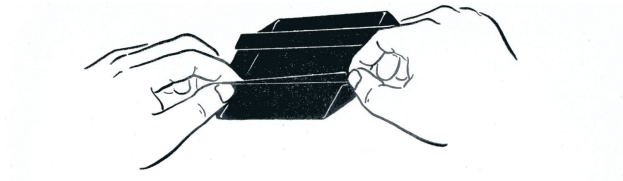


Fig. 42. Folding a cardboard box—(*continued*). *d. Edge of the fold is folded back over the creased corners.*

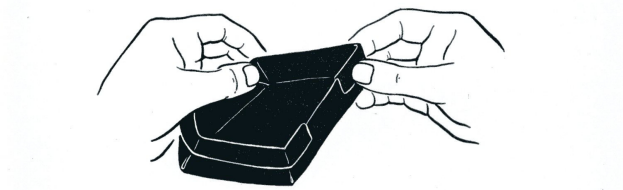
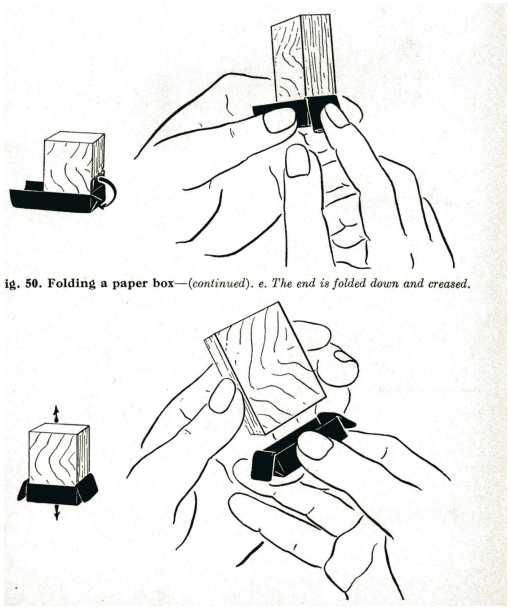
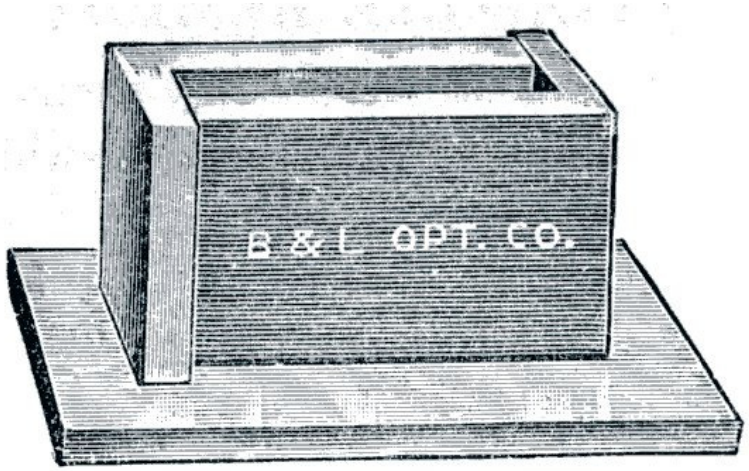


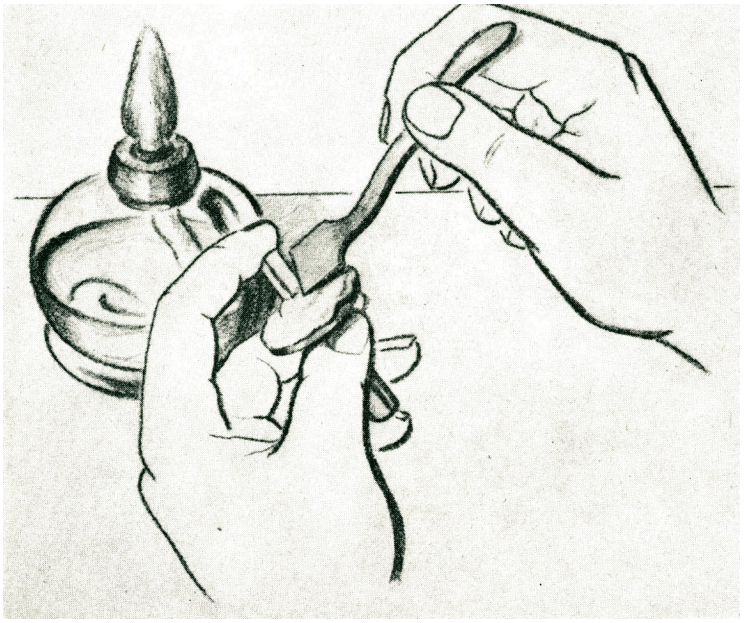
Fig. 43. Folding a cardboard box—(*continued*). *e. Box is opened and the corners pinched.*

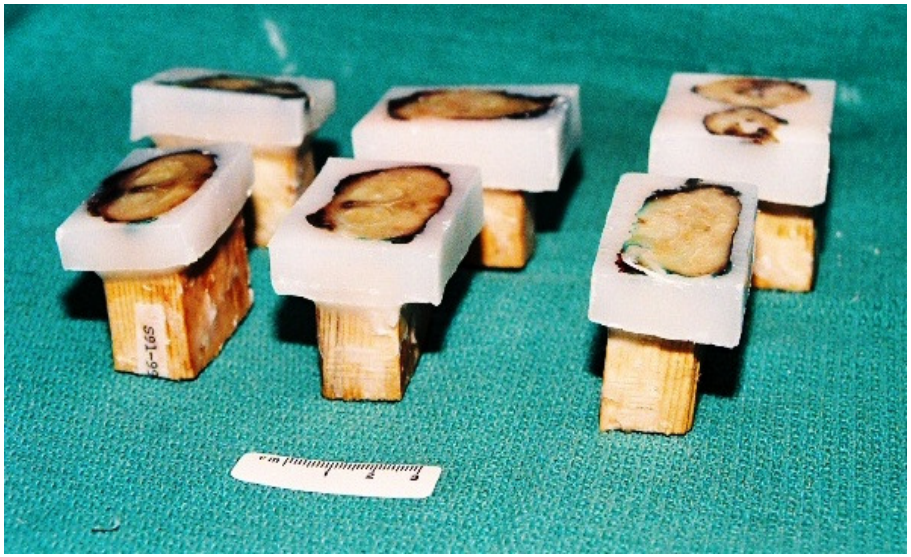


ig. 50. Folding a paper box—(*continued*). *e. The end is folded down and creased.*



De tarugos de madera → a casetes = productividad x 3





Algunas técnicas antiguas aún prevalecen.

En una muestra de **14 laboratorios rusos**, **27%** aún usa rectángulos de Leuckart (inventados en 1881); **18%** usa "botes de papel" y sólo **25%** tiene centros de inclusión.

En una muestra de **19 laboratorios Hispano Americanos** **53%** no tiene centros de inclusión y **11%** aún usa los rectángulos de Leuckart.

En esos laboratorios la productividad media para incluir es de **21 bloques / hora** ó **42%** de la productividad media de la tarea.

Para incluir los **320** bloques de **100 casos** manualmente requerirá **15,2 horas** y sólo **6,4 horas** usando tecnología moderna.

Justificación de la inversión en un centro de inclusión:

1. Tiempo requerido para incluir **320** bloques sin moldes metálicos ni centro de inclusión = **15,2 horas**
2. Tiempo con en centro de inclusión = **6,4 horas**
3. Tiempo ahorrado en **100** casos = **8,8 horas**
4. Tiempo ahorrado en **10.000** casos/año = **880 horas**
5. A **€ 10,22** / hora = **€9.000 / año** ahorrados en salarios.
6. Costo del centro = alrededor de **€ 7.250**
7. En centro se repaga en **0,8 años**

El trabajo con el centro de inclusión es manual. ¿Cuál sería el cálculo si se compra un automatón para incluir?

Centro de inclusión (1,2 min/blq) → Auto TEC 7000 (30 seg/blq)= productividad x 2.4 (a un costo de unos $ 120.000)

Comprando el Auto TEC 7000

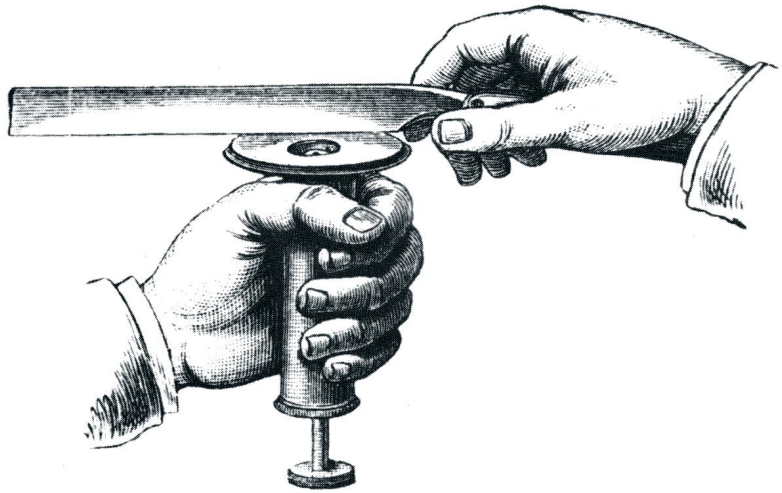
- Productividad = **120 blq/h** = 320 bloques en **2,7 horas**
- Tiempo ahorrado en 100 casos = **12,5 horas**
- Tiempo ahorrado en 10.000 casos = **1.250 horas** x €10,22 por hora = **€12.775 / año ahorrados en salarios**.
- Costo = alrededor de **€87.000**
- Repagado en **6,8 años**.

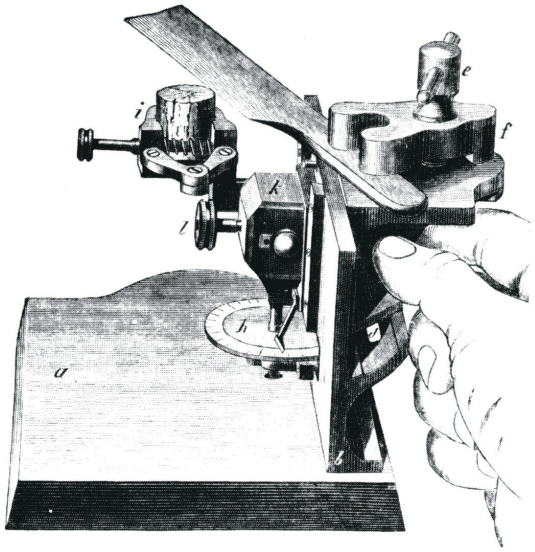
La pregunta ahora es: ¿Es ésa una inversión sensata?

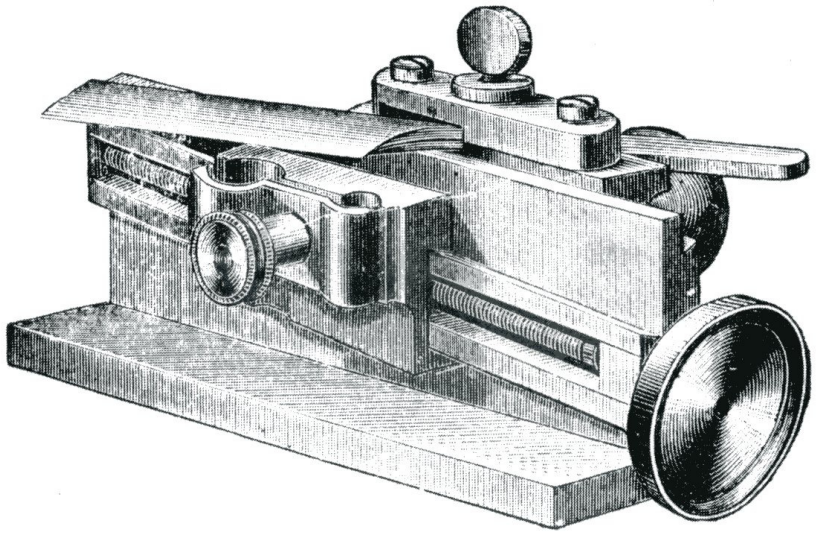
Microtomía

1865 Beck → 1892 – manual Reichert

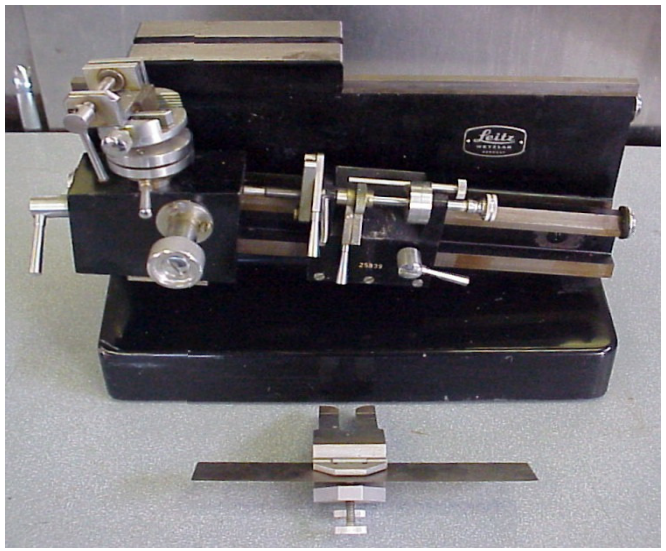
1881 Korting → 1887 Walmsley

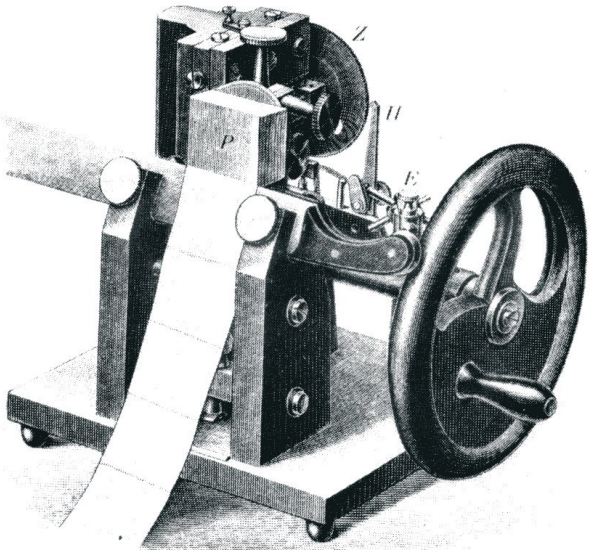




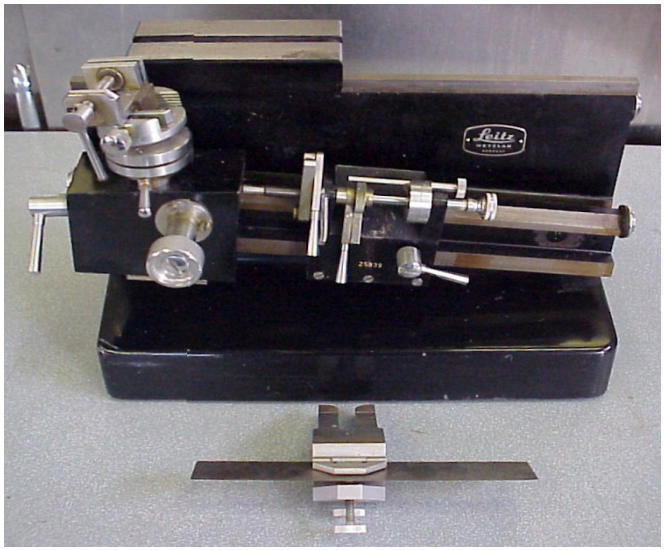


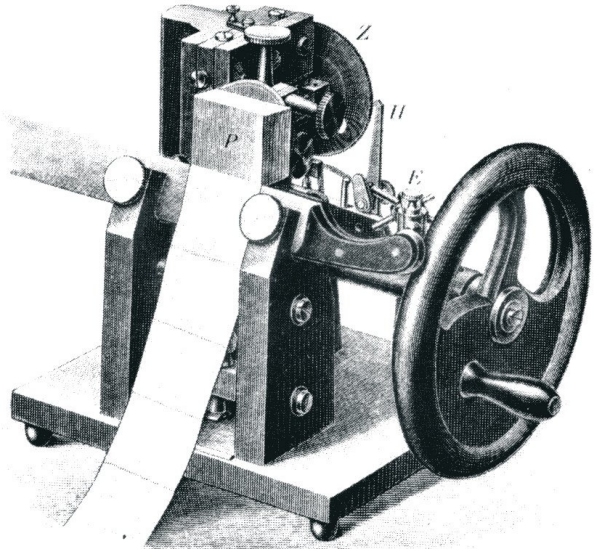
Horizontal con avance manual después de cada corte.
1887 Minot → 1940s Leitz 1212 (avance automático del espécimen)





Micrótomo horizontal con avance manual después de cada corte (6 min/blq) →
1887 Minot (2,5 min/blq) : productividad x 2.4

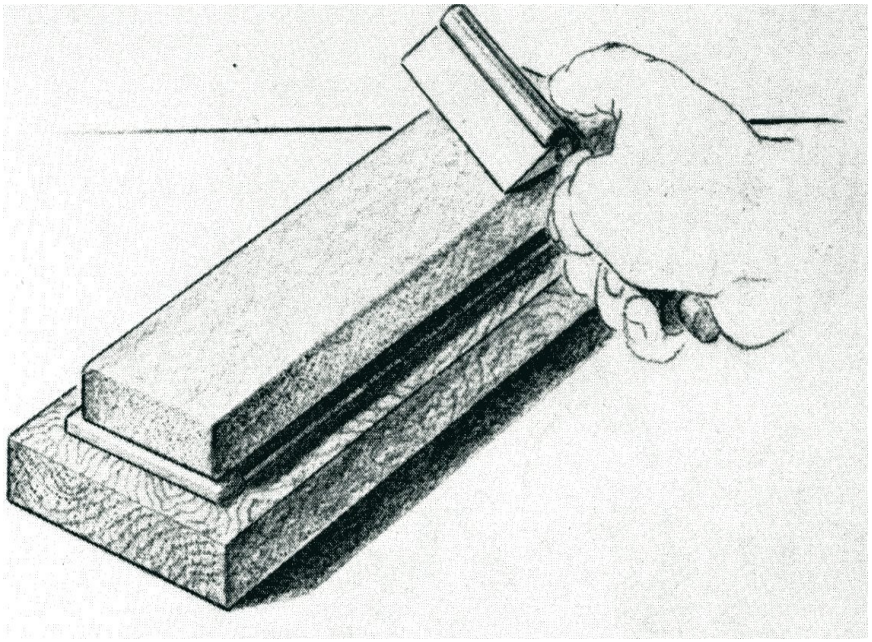




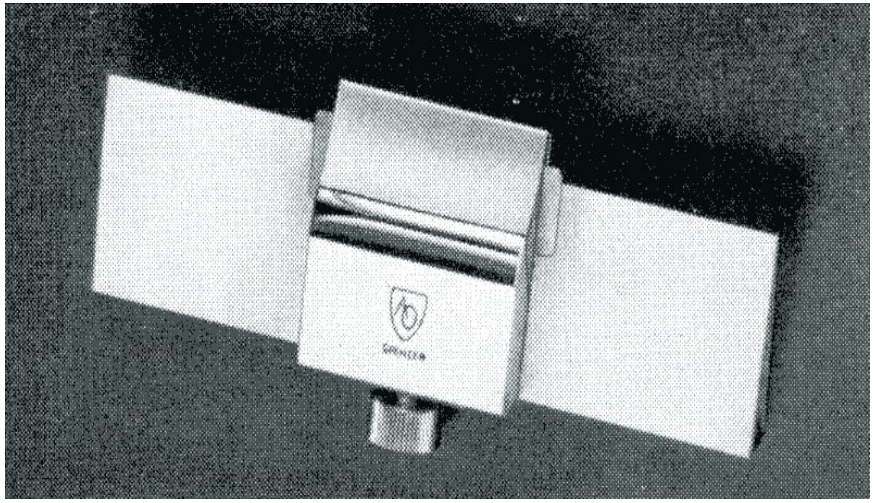
1940s Leitz 1212 (2,5 min/blq)→ 1990 Leica RM2155 motorizado (2,3 min/blq):
productividad x 1.1 reduciendo la fatiga

1990 Leica RM2155 motorizado (2,3 min/blq o 1,8 min/lámina) → Kurabo AS-200 automático (3,0 min/blq o 0,6 min/lámina): Productividad: x para bloques o x 3 para láminas

De afilar manual (1 hora/navaja) → afilar automático (5 minutes para asegurar 1 navaja): productividad x 12



Asegurar una cuchilla de doble filo en el soporte (1 min/cuchilla) → asegurar una cuchilla de 1 filo en el soporte (20 segs/cuchilla): productividad x 3



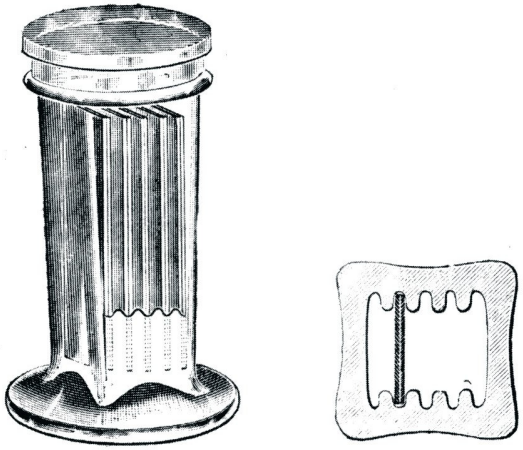
Productividad al cortar (microtomía)

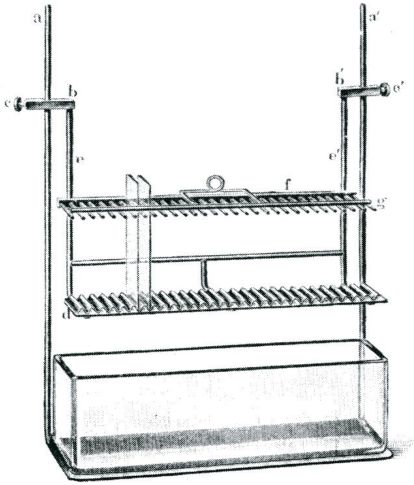
- Cualquier micrótomo con avance automático después de cada corte, sea horizontal o rotatorio (tipo Minot), motorizado o no, permite una productividad media de cerca de **24 bloques / hora**.
- Esta productividad depende del tipo de espécimen, las condiciones del bloque, el número de láminas por bloque y la carga general de trabajo del laboratorio.
- El automatón **Kurabo AS-200** puede producir 200 cortes a partir de1 bloque, o 10 cortes de cada uno de 20 bloques en 2 horas = **10 bloques / hora**.
- A esa tasa la productividad del Kurabo AS-200 es **la mitad** de cualquier micrótomo manual aunque produce cortes muy uniformes preferidos en algunos estudios.
- Este instrumento aún no es producido comercialmente.

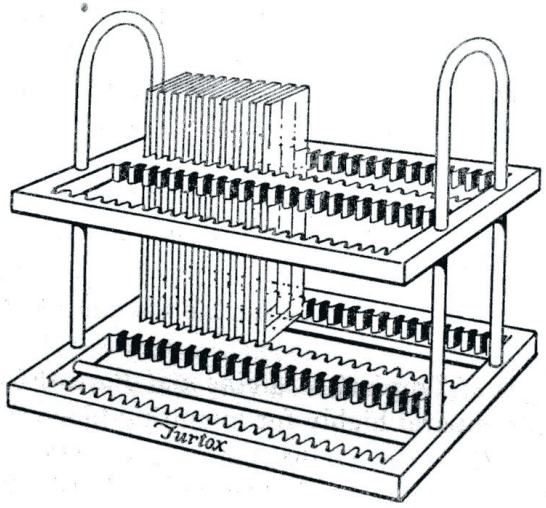
Tinción manual

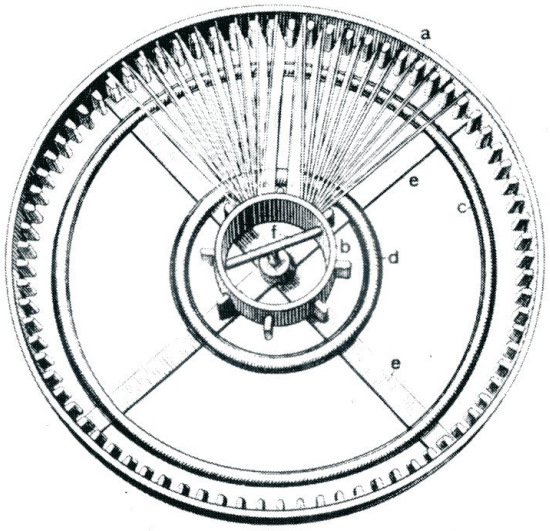
1897 Coplin (8) → 1894 Borrmann (29): productividad x 3,6

1900 Turtox (46) → 1905 Neumayer (60): productividad x 1,3









De tinción manual (1,2 min/manual) → teñidor automático (10 seg/lámina in/out): productividad X 7,2

Costo de automatizar la tinción de rutina.

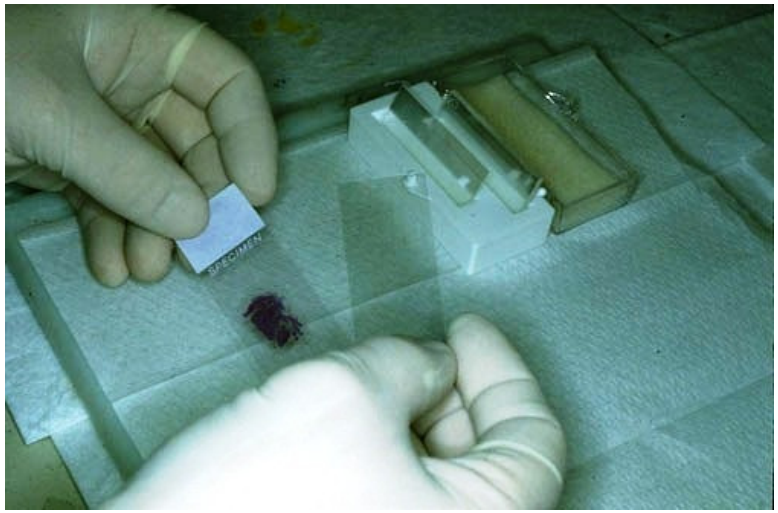
- **Teñir** las **480** preparaciones de **100 casos** requiere **9,6 horas manualmente** (50 / hora). Manipular las 480 láminas in/out del instrumento = **1,3 horas** = (369 láminas / hora) con **8,3 horas ahorradas**.

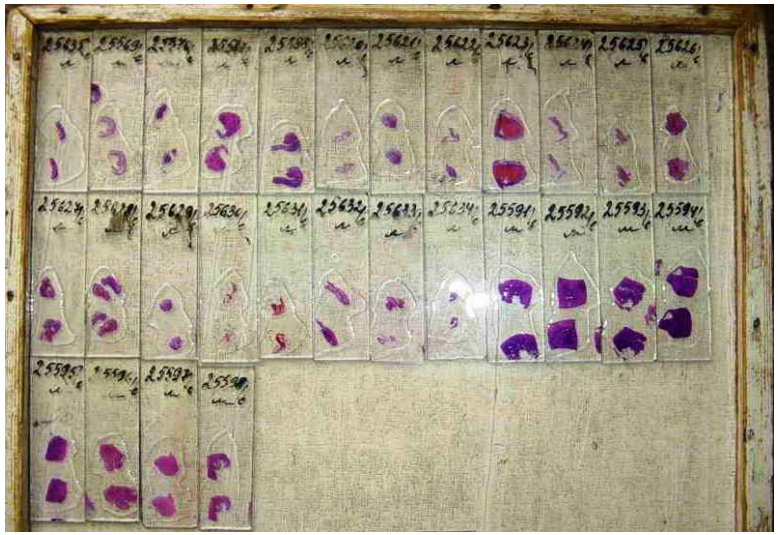
- **Salario ahorrado = 8,3 horas** cada **100 cases** = **830 horas** para **10.000** casos / año, y 830 h X €10,22/h = **€8.500 / año ahorrados**.

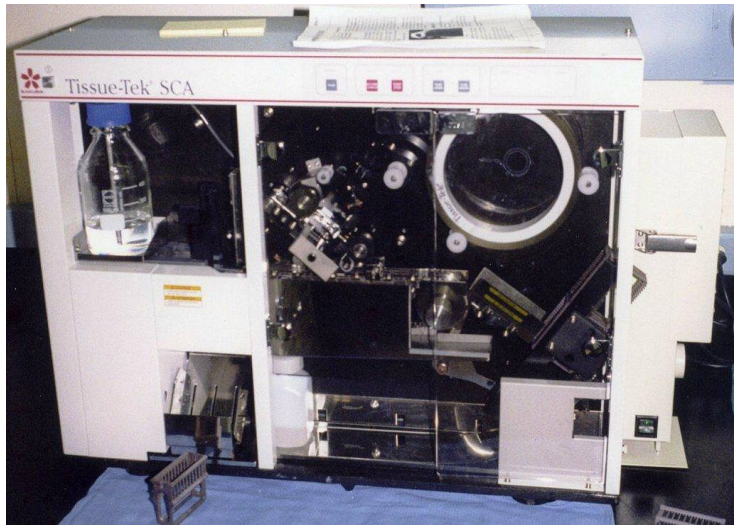
- **Costo del teñidor:** dependiendo del fabricante y el modelo, el precio puede variar entre € 8.700 y € 22.000

- Con una media de €17.000 el teñidor se repaga en **2 años**.

De cubrir manual (45 seg/lámina) → a cubrir automático con película (10 seg/lámina in/out): productividad x 4.5







Costo de automatizar el montaje.

- **Montar** manualmente las 480 preparaciones de **100 casos** requiere **6,0 horas** (80 / hora) y moverlas in/out del instrumento = **1,3 horas** (369 / hora) con **4,7 horas ahorradas**.

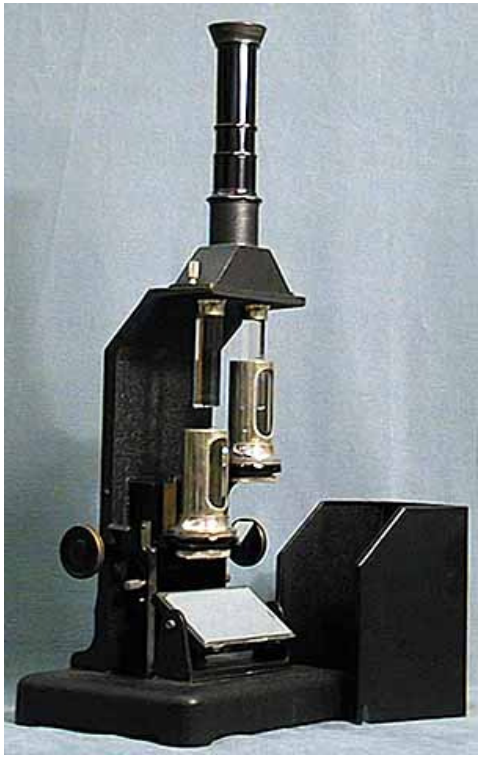
- **Salarios ahorrados = 4,7 horas** cada **100 casos** = **470 horas** en **10.000** cases / año, y 470 h X € 10.22/h = **€4.800 ahorrados.**

- **Costo del instrumento:** dependiendo del fabricante, el modelo y la tecnología (vidrio o película) el precio fluctúa entre €18.000 y € 25.000
- Con una media de €22.000 la inversión se repaga en **4,6 años**.

Efecto de la tecnología sobre la productividad

Secuencia modificada	Aumento de productividad
Afilar cuchilla de acero reusable → extraer una cuchilla desechable de la caja	x 180
Hacer un molde de papel → seleccionar un molde de metal	x 45
Transferir especímenes manualmente entre estaciones → procesar tejidos automáticamente	x 38
Tinción de rutina: manual → automatizada	x 7
Cubrir (montar): manual → automatizada	x 5
Procedimientos de IHQ: manual → automatizada	x 4
Minot de avance manual → Minot de avance motorizado	x 3

Determinación de glucosa en sangre
1922 Folin & Wu (25 min/muestra) → 2005 glucómetro portátil (5 seg/muestra): productividad x 300



Lípidos (Sohxlet 1879) 1-2 horas/muestra → Método enzimático (10 seg/muestra): productividad x 540

¿Cuánto cuesta automatizar estas 5 tareas?

Tarea	Salarios anuales ahorrados cada 10.000 casos	Inversión pagada en	% laboratorios con el instrumento	
			EEUU	España
Numerar casetes	€ 750	15,3 años	30	31
Numerar láminas	€ 1.000	11,5 años	35	16
Incluir bloques	€ 9.000	0,8 años	99	98
Teñir rutina	€ 8.500	2,0 años	79	85
Montar	€ 4.800	4,6 años	62	73 (*)
TOTAL	€ 22.300 (**)	Media de 4,5 años		

(*) 21% con cinta plástica y 79% con cubreobjetos de vidrio.
(**) Equivale a 1,2 técnicos

¿Qué resulta de automatizar esas 5 tareas?

- **En términos de personal:** 1 técnico trabajando 7 horas al día x 5 días / semana, durante 52 semanas / año = 1.820 horas /año a €10,22 / hora = **€ 18.600 / año**

- **Ahorro total:** € 22.300 año / € 18.600 técnico al año = **1,2 técnicos.**

- **¿Quiere esto decir que 1 técnico va a ser desplazado?**
  No necesariamente. Ese técnico puede ser entrenado en otras tareas y así el laboratorio podrá acometer otros trabajos sin necesidad de incrementar el personal.

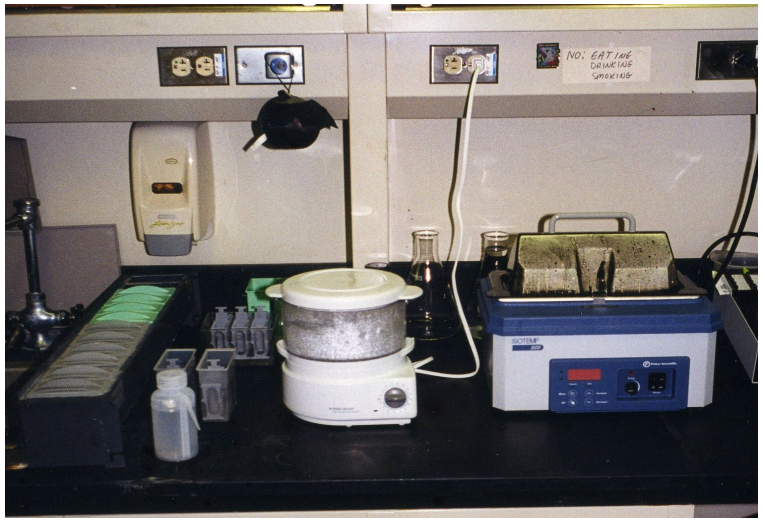
2- Cuánto invertir para llegar a un flujo bruto de 4,9 bloques/h?

Alrededor de **€ 22.000** se necesitan invertir, dependiendo del fabricante, el modelo y la tecnología del instrumento, para automatizar esas 5 tareas en el flujo del trabajo.

Esa misma inversión puede llevar a un laboratorio con tecnología de los años 1940 al nivel de **4,2 bloques por hora**.

Automatizando otras tareas bajo los planes de "**arriendo-por-compra de reactivos**" es otra forma de reducir los costos de operación.

IHQ con 48 láminas: manual (8h o **10** min/lámina) → automatizado (2h o **2,5** min/lámina): productividad x **4**



***Milestone* está ahora desarrollando el concepto del "Histo-Módulo" donde el proceso se completa en secuencia contigua.**

¿Son las productividades por tarea y en conjunto "Absolutas"?

¡Absolutamente NO!

Cada laboratorio tiene sus propios valores dependiendo de dos condiciones fundamentales:

1. La forma en que el trabajo está organizado, y
2. La carga total de trabajo del laboratorio.

¿Cambia el valor de la productividad bruta?

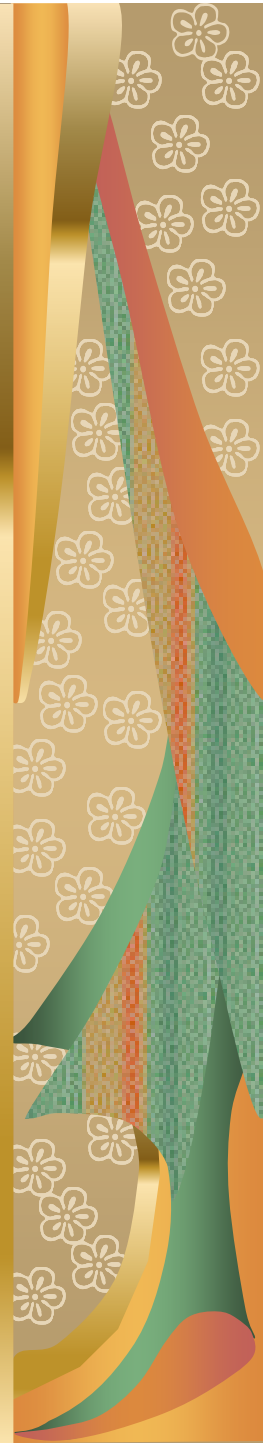
Realmente sí, como se verá en algunas gráficas siguientes.

¿Cuál es su utilidad?

Es una guía y cualquier laboratorio en una clase dada con una productividad más baja que la media para la clase deberá analizar el flujo del trabajo y la productividad de las tareas para remediar la situación.

¿Cómo se comparan los laboratorios andaluces?

- A continuación vamos a discutir los "Cuestionario de productividad".
- La tabla siguiente será la base para analizar los resultados de cada laboratorio "dentro de su clase" de carga total de trabajo.



Pero antes se imponen tres definiciones:

1 - La productividad de cualquier tarea:

Definida como el **número de unidades** completas en un período de tiempo dado **dividido** por el tiempo total que tomó al personal involucrado en la tarea para completarla.

Ejemplo:

2 técnicos trabajaron durante 3 horas cada uno para desbastar, llegar a la superficie de corte y cortar 120 bloques, poniendo las secciones en los portas.

Productividad = 120 bloques / 2 técnicos x 3 horas cada uno = **20 bloques por hora.**

2 - **Productividad Bruta del flujo del trabajo**:

Definida como la **carga de trabajo total** (diaria o anual) **dividida** entre el **tiempo** que toma a todo el personal en completarla.

Ejemplo:

Un laboratorio tiene una carga de trabajo media diaria de 350 bloques nuevos + 25 bloques para procedimientos especiales + 5 intra-operatorias = **380 bloques / día**

El personal incluye 1 asistente de patólogo para las descripciones + 7 técnicos + 4 asistentes = **12 empleados de tiempo completo**.

La productividad bruta = 380 bloques / 12 empleados x 7h = 380 bloques / 84 h = **4,5 bloques / hora**.

3 - **Productividad Total del flujo del trabajo**:

Definida como los **bloques nuevos** y **los procedimientos especiales** completados en cualquier período de tiempo y **dividido** entre el tiempo que toma en completarlos por todo el personal involucrado.

Ejemplo:

Los 12 empleados en el ejemplo anterior completa el trabajo generado por los 350 "bloques nuevos" + 13 láminas de HQ + 50 láminas de IHQ + 15 FS láminas de intra-operatorias + 2 láminas de otros procedimientos especiales = **430 unidades / día**

La productividad **Total** = 430 unidades / 84 horas = **5,1 unidades / hora.**

Índices de los hospitales de Andalucía participantes en la encuesta.

Índice	11666	04600	06406	12301	20006	26163	00101	91111	17761	Total
Casos / Patólogo (x1.000)	1,4	2,4	1,6	1,7	1,3	1,3	1,7	1,6	1,6	1,6
Técnicos / Patólogo	1,5	1,5	1,3	1,0	1,0	1,2	0,8	0,9	1,1	1,1
Bloques / caso	2,3	2,5	2,3	2,2	3,3	3,5	2,3	3,2	3,1	2,7
Láminas / bloque	1,0	3,0	1,1	2,3	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5
Bloques / todos téc. (x1.000)	2,1	3,0	2,8	3,7	4,4	3,9	5,0	5,1	4,5	3,8
Bloques / téc. cortando (x1.000)	6,4	6,0	5,7	11,0	11,7	10,1	7,0	10,2	13,5	9,1
HC / caso	no	0,1	0,1	0,3	2,6	0,1	0,3	0,2	0,1	0,5
IHC / caso	no	0,4	0,5	1,5	0,6	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2
minutos / intraoperatoria	15	20	20	10	30	18	25	7	20	18
incluir: bloques / hora	17	18	15	21	45	49	45	33	22	29
cortar: bloques/hora	8	6	14	12	11	7	12	8	7	9
Recepción → Reporte (días)	¿?	7	3	9	9	7	8	7	4	7
Productividad bruta (bloques/hora)	1,2	2,7	2,0	2,5	2,4	2,5	3,2	4,4	2,9	2,6
Productividad total (unidades/hora)	no	3,1	2,4	4,2	4,8	3,2	5,2	4,5	3,8	3,9
Índice seguridad	0,59	0,56	0,72	0,54	0,62	0,59	0,45	0,68	0,66	0,60

Equipamiento (por ciento de los laboratorios)

Equipo	Rusia	Hispano América	España	Andalucía
Numeradora de casetes	0	0	31	78
Procesador de tejidos	45	89	99	100
Centro de inclusión	27	47	99	100
Numeradora de láminas	0	0	16	78
Teñidores de rutina	0	14	88	100
Montadores automáticos	0	14	73	89
Teñidores de HQ	0	0	¿?	63
Teñidores de IHQ	0	0	90	100
Sistema de informática	0	0	96	78
Productividad bruta (bloques/hora)	2,8	2,6	2,4	2,6

Cómo se organiza el trabajo es más importante que el equipamiento.

Comparación de índices de España y Andalucía

Tarea o dato	España vs. Andalucía	Camas/hospital (Medias)				Total
		<300	300-699	700-999	> 1.000	
% labs en la clase	España	41	35	12	12	141
	Andalucía	44	12	22	22	9
casos / lab. (x1.000)	España	4.5	11.3	16.5	21.4	10.7
	Andalucía	4.4	15.2	13.3	19.1	10.7
casos/PT (x1.000)	España	1.7	1.9	1.7	1.5	1.8
	Andalucía	1.8	1.6	1.3	1.6	1.6
Técnicos/PT	España	1.6	1.7	1.6	1.9	1.7
	Andalucía	1.3	0.8	1.1	1.0	1.1
bloques/caso	España	1,9	3,1	3,0	3,0	3,0
	Andalucía	2,3	2,3	3,4	3,2	2,7
HC/caso	España	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
	Andalucía	0,2	0,3	1,4	0,2	0,5
IHC/caso	España	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6
	Andalucía	0,8	1,3	0,9	1,3	1,2
bloques/técnico (x1.000)	España	2,6	3,4	3,1	2,5	3,0
	Andalucía	2,9	5,0	4,2	4,8	3,8
Autopsias	España	3	20	34	52	19
	Andalucía	6	32	26	85	31
Productividad bruta (bloque/h)	España	2,0	2,5	2,4	2,0	2,4
	Andalucía	2,1	3,2	2,5	3,7	2,6

Estándares del personal técnico de histopatología

Países y grupos de países	Bloques / Técnico por año			
	n	Mediana ($P_{0.5}$)	n	Media
TOTAL	1,236	6.510	444	8.242
EEUU	1,014	6.775	222	9.900
Otros países	222	5.147	222	6.584
Australia	25	7.336	25	7.727
Comunidad Británica [(a)]	19	8.225	19	9.683
Hispano América [(b)]	26	4.963	26	5.715
Europa [(c)]	26	7.023	26	6.771
España	141	3.038	141	2.889
Andalucía	9	3.833	9	3.949
Medio Oriente [(d)]	11	7.800	11	9.336

(a) África del Sur Canadá, Malasia, Nueva Zelandia, Pakistán, UK
(b) Argentina, Colombia, Ecuador, México, Venezuela
(c) Austria, Germany, Poland, Rusia
(d) Arabia Saudita, Dubai, Filipinas, PR China

Comparación de índices generales

Países y grupos de países	n	bloques/hora		láminas/hora		min. por Intra-operatoria	Product. Bruta (bloques/h)
		Incluir	Cortar	Teñir (%Manual)	Cubrir (%Manual)		
TOTAL	1233	52	24	45 (26)	98 (36)	15	3,8
EEUU	968	54	24	43 (25)	103 (35)	15	4,1
Otros países	265	46	23	52 (28)	82 (41)	15	2,8
Australia	25	48	19	73 (4)	85 (22)	17	3,8
Comunidad Británica (a)	19	57	24	56 (14)	164 (34)	15	3,8
Europa (b)	19	52	23	103 (63)	127 (74)	18	3,1
España	154	30	8	44 (15)	65 (27)	15	2,4
Andalucía	9	29	9	50 (0)	62 (22)	18	2,6
Hispano América (c)	38	32	20	103 (89)	118 (95)	13	2,6
Medio Oriente & Asia (d)	12	68	37	49 (58)	70 (67)	15	3,7
Laboratorios de Referencia (e)	5	42	22	83 (0)	175 (0)	no	5,2
Labs. veterinarios de Australia	8	33	20	26 (75)	61 (100)	12	2,3
Otros labs. veterinarios (f)	19	46	23	76 (35)	100 (59)	12	2,4

(a) África del Sur, Canadá, Malasia, Nueva Zelandia, Pakistán, UK.
(b) Alemania, Austria, Noruega, Polonia, Rusia
(c) Argentina, Colombia, Ecuador, México, Venezuela.
(d) Arabia Saudita, Dubai, Filipinas, PR China,
(e) EEUU, Venezuela.
(f) Argentina, EEUU, India, UK, Uruguay, Venezuela.

Tasa de finalización (TAT)

País	Casos laboratorio	Turn Around Time (TAT): % días					Media días
		día 1	día 2	día 3	día 4	> día 4	
Australia (2011)	18.864		56	34	7	3	2,6
USA - Biopsias	25.000		79	21			2,1
- Operatorias			56	35		9	2,2
Italia	¿?				37	63	4,6
Jamaica	¿?				66	34	4,3
PR China - Biopsias	18.150				93	7	4,1
- Operatorias						100	5,0
España (2007)	10.700			12	31	57	5,0
Andalucía (2011)	10.669			12	13	75	6,8

Índices generales medios por países o regiones

País o región	Media por aspecto						Productividad	
	n	casos	PT	Téc.	cs/PT	Blq/Téc	Bruta	Total
EEUU	1.014	20.327	8,0	7,1	3.592	9.077	4,1	5,1
Comunidad Británica (a)	22	20.759	6,4	9,5	4.139	9.214	3,8	4,9
Canadá	10	18.355	5,3	7,5	3.752	10.205	4,2	5,3
Europa (b)	25	18.214	5,8	9,2	3.519	6.815	2,8	3,6
Rusia	14	16.018	5,2	9,2	3.158	7.278	2,8	3,4
Otros países (c)	58	17.894	6,1	8,6	3.423	8.203	3,4	4,3
Hispano América (d)	37	9.839	4,2	3,7	2.293	7.725	2,6	2,7
Colombia	7	12.545	4,4	3,0	2.592	11.544	2,7	2,8
México	16	8.972	5,1	4,7	1.745	6.470	2,5	2,9
Encuestas (2005 y 2007)	7	19.585	8,1	11,4	2.433	4.099	2,4	3,2
Libro Blanco de AP (2007)	141	10.700	6,1	10,4	1.754	3.038	1,7	2,2
Encuesta Granada (2010)	9	10.669	6,9	7,2	1.627	3.833	2,6	3,9

(a) África del Sur, Australia, Canadá, Malasia, Nueva Zelandia, Pakistán, Reino Unido
(b) Alemania, Austria, Polonia, Rusia
(c) Arabia Saudita, Dubai, Emiratos Árabes Unidos, Filipinas, RP China
(d) Argentina, Colombia, Ecuador, México, Venezuela