



Servicio de Farmacia  
Hospital General Universitario  
Gregorio Marañón  
Comunidad de Madrid



# I CURSO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL SERVICIO DE FARMACIA



## *IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA ADMINISTRACIÓN SEGURA DE MEDICAMENTOS INTRAVENOSOS*

Barcelona, 24 de Enero de 2013

Silvia Manrique Rodríguez  
Servicio de Farmacia  
Hospital General Universitario Gregorio Marañón

# Índice



## ➤ JUSTIFICACIÓN

## ➤ ADMINISTRACIÓN INTRAVENOSA DE FÁRMACOS

- Características, fines y tipos de vías de administración intravenosa
- Tipos de administración
- Dispositivos para la administración

## ➤ IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD EN LA ADMINISTRACIÓN IV

- Factores que afectan a la velocidad de infusión
- Dispositivos para la administración: Gravedad vs Presión
- Errores de administración

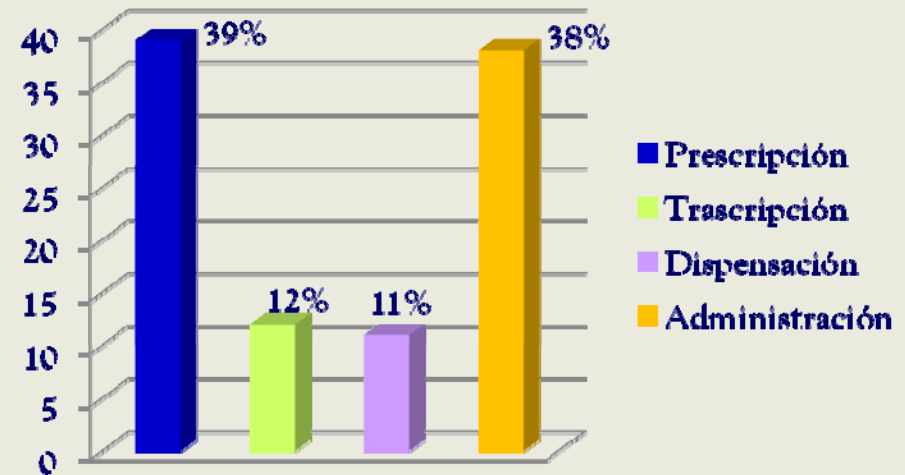
## ➤ BOMBAS DE INFUSIÓN INTELIGENTES

- Características
- Biblioteca de fármacos
- Resultados reales de implantación

# Justificación

- Concepto de seguridad en permanente cambio
- Informe IOM de 1999 “*To err is human: building a safer health system*”
- Estudio ENEAS de 2005

Se entiende por **error de medicación** cada uno de los errores que se producen en cualquiera de las etapas del circuito de utilización de medicamentos



1. Bates D.W. et al. “Incidence of Adverse Drug Events and Potential Adverse Drug Event” *JAMA*, Vol. 274 July p.29-34 (1995).
2. Pepper GA. Errors in drug administration by nurses. *Am J Health Syst Pharm*. 1995 Feb 15;52(4):390-5.

# Justificación



## PAPEL DE LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS DISPONIBLES

| PROBLEMA                           | INTERVENCIÓN   | COSTE MEDIO ASOCIADO    | TIEMPO IMPLANTACIÓN |
|------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|
| Errores en prescripción (39%)      | Prescripción electrónica/<br>Prescripción electrónica asistida | 2,3 - 6 millones de €   | 2-3 años            |
| Errores en transcripción (12%)     | Prescripción electrónica                                       | 2,3 - 6 millones de €   | 2-3 años            |
| Errores de dispensación (11%)      | Automatización del almacenamiento y dispensación               | 0,77 - 10 millones de € | 4-9 meses           |
| Errores en la administración (38%) | Código de barras/<br>Bombas de infusión inteligentes           | 0,39-1,5 millones de €  | 1-6 meses           |

Wilson K, et al. "Preventing Medication Errors with Smart Infusion Technology". Am J Health Syst Pharm. 2004, 61:177-183

# *Justificación*



LOS ERRORES DE ADMINISTRACIÓN SON DIFÍCILES DE PREVENIR



# Administración intravenosa de fármacos



## • CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA INTRAVENOSA

- ✓ Rapidez
- ✓ Predictibilidad
- ✓ De elección si fármaco de baja biodisponibilidad
- ✓ Esencial en pacientes críticos
- ✓ Mayores riesgos en la administración

## • FINES DEL ACCESO VASCULAR

- ✓ **Terapéuticos:** reposición, administración
- ✓ **Diagnósticos:** monitorización, contrastes

## • TIPOS DE VÍAS

- ✓ **Periféricas:** venas superficiales; fluidos  $<700\text{mOsm/l}$ ; duración y volúmenes limitados
- ✓ **Centrales:** venas de grueso calibre; fluidos  $>700\text{mOsm/l}$ ; alta velocidad de administración

### Vía de administración intravenosa

- 60% de EAs graves que comprometen la vida
- Medicamentos de alto riesgo
- Estrecho margen terapéutico
- Fármaco depositado directamente en sangre

# *Administración intravenosa de fármacos*



## • TIPOS DE ADMINISTRACIÓN

### ➤ **Directa**

- duración 3-10 min
- volumen  $\leq$  10ml (no sobrecarga)
- mayor riesgo de toxicidad

### ➤ **Intermitente**

- duración 15-120 min
- volumen hasta 250ml
- disminuye riesgo de toxicidad
- niveles pico y valle

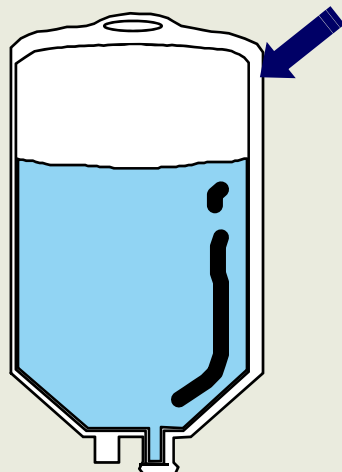
### ➤ **Continua**

- duración 4-24 h
- mezclas de gran volumen
- niveles constantes
- pocas manipulaciones pero más riesgo de flebitis

# Administración intravenosa de fármacos

## • DISPOSITIVOS PARA ADMINISTRACIÓN DE FLUIDOS

### Recipientes que **contienen** el medicamento



#### JERINGAS

- Convencionales
- Especiales



#### BOLSAS Y FRASCOS

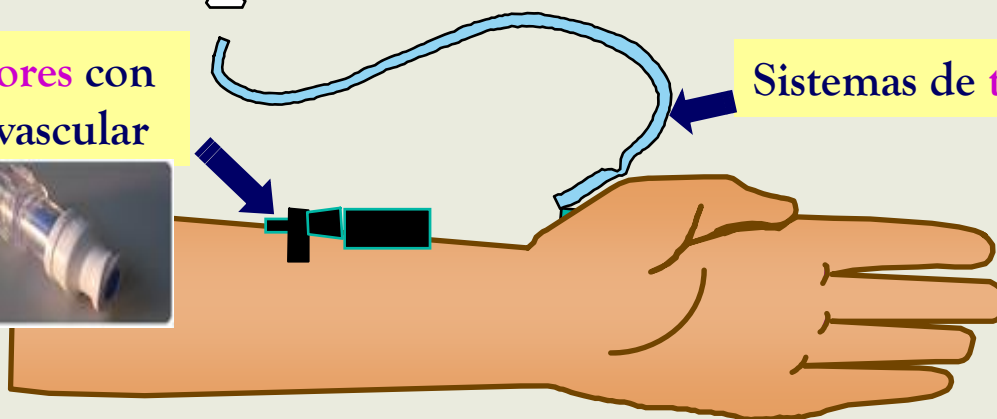
- órganos
- irrigación
- soluciones parenterales



### Conectores con acceso vascular



### Sistemas de **transporte** del medicamento



#### EQUIPOS DE INFUSIÓN

- Irrigación
- Sangre
- Soluciones parenterales



# Administración intravenosa de fármacos

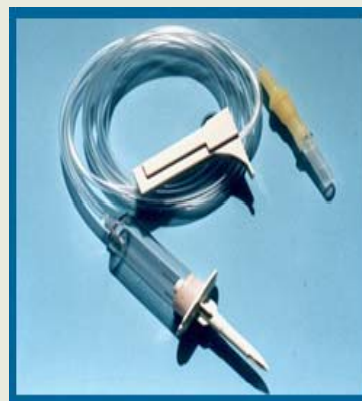


## SISTEMAS DE TRANSPORTE DE FLUIDOS:

### Gravedad

#### • Partes

- trocar o punzón para conexión
- toma de aire con filtro antibacteriano
- cámara de goteo
- tubo de perfusión
- regulador de goteo
- porción de goma
- conexión luer o luer-lock



#### • Tipos

- convencional en Y
- equipo doble
- con cámara de medida / medidor PVC
- de baja adsorción
- opaco
- con microgoteo

### Presión

#### • Sistemas mecánicos

- Infusores
- Bombas de infusión mecánicas



#### • Sistemas electromecánicos

- Bombas de infusión
  - PCA
  - Volumétricas
- Jeringa: flujo y volumen bajos, precisión



#### Presión fija vs presión variable

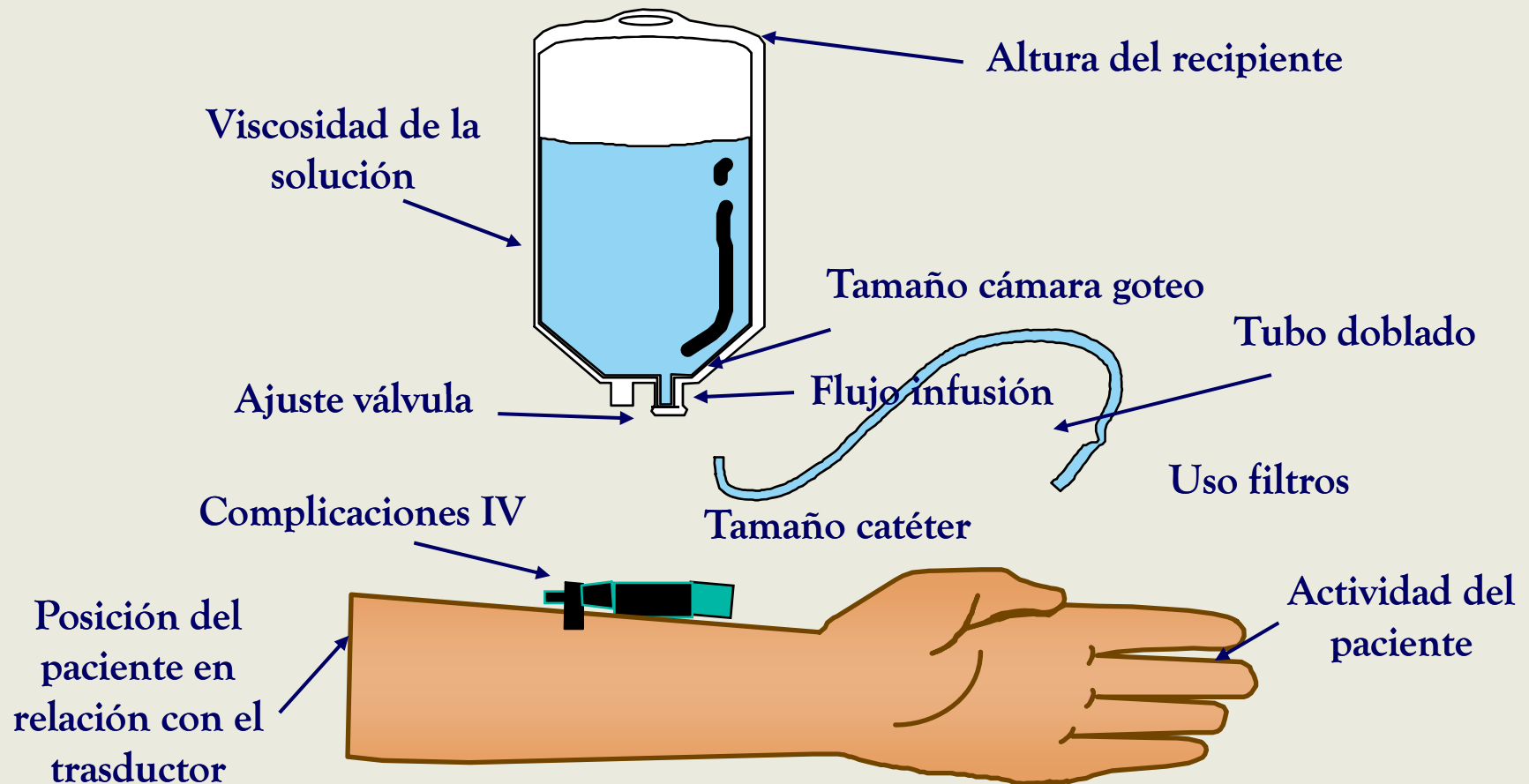


#### Límites de presión:

- Vía
- Fármaco
- Actividad del paciente
- Bombas de infusión inteligentes

# Importancia de la seguridad en la administración iv

## FACTORES QUE AFECTAN A LA VELOCIDAD DE INFUSIÓN



# Importancia de la seguridad en la administración iv



## SISTEMAS DE TRANSPORTE DE FLUIDOS:

### Gravedad

#### • Partes

- trocar o punzón para conexión
- toma de aire con filtro antibacteriano
- cámara de goteo
- tubo de p...
- regulador de flujo
- porción...
- conexión...

• Poca precisión

• Fármacos de bajo riesgo

#### • Tipos

- convencional en...
- equipo doble
- con cámara de medida / medidor PVC
- de baja adsorción
- opaco
- con microgoteo



### Presión

#### • Sistemas mecánicos

- Infusores
- Bombas de infusión mecánicas



#### • Sistemas electrónicos

- Bombas de infusión electrónica

• Elevada precisión

• Fármacos de alto riesgo



Presión vs. flujo variable

Límites de presión:

- Vía
- Fármaco
- Actividad del paciente
- Bombas de infusión inteligentes

# Importancia de la seguridad en la administración iv



**BOMBA DE INFUSIÓN:** Dispositivo electromecánico que mediante la generación de una **presión** positiva en su interior transporta el fluido desde su contenedor hasta el paciente

## ➤ Características

- Revolucionan la administración de la terapia iv
- Ritmos de infusión con rangos muy amplios 0,1ml/h - 999ml/h (volumétricas vs jeringa)

## ➤ Indicaciones

- Mantener la velocidad de flujo conocida
- Peligro de extravasación
- Volúmenes pequeños (Bombas de jeringa)
- Riesgo si infusión irregular (Bombas de jeringa)
- Fármacos de alto riesgo
- Fármacos de vida media corta

### Mayor seguridad en administración

#### No exentas de errores de programación

- Morfina 90mg/h vs 9 mg/h
- Nitroglicerina mcg/kg/min vs mcg/min
- Vancomicina 500mg en 3 min
- 2500 ml de NP en 3 h

# Bombas de infusión inteligentes

## BOMBA DE INFUSIÓN INTELIGENTE:



### Para cada fármaco se define:

- Unidades de medida
- Dosis máximas y mínimas
- Velocidad de administración
- Concentraciones estándares


#### ➤ Límites relativos (“soft limits”)

Si se vulneran por error se genera:

 Alerta que permite continuar con la infusión

#### ➤ Límites absolutos (“hard limits”)

Si se vulneran por error se genera:

 Alerta que obliga a reprogramar la infusión

# *Bombas de infusión inteligentes*



## ¿QUÉ DEBEMOS CONOCER?:

- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONVENCIONALES

- ✓ Volumétrica o jeringa
- ✓ Número de canales
- ✓ Rango de velocidad de infusión/purgado
- ✓ Sistemas para eliminación de burbujas de aire
- ✓ Conexiones de seguridad y control de flujo libre
- ✓ Tipos y características de las alarmas: visuales y sonoras
- ✓ Autonomía: recarga a red o batería
- ✓ Dimensiones
- ✓ Información disponible: volumen infundido, tiempo de administración
- ✓ Facilidad de uso: programación, manejo de alarmas

# *Bombas de infusión inteligentes*



¿QUÉ DEBEMOS CONOCER?:

- CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA INTELIGENTE

- ❖ **Generales**

- ✓ Niveles de acceso por perfil
- ✓ Facilidad de manejo, repercusión en carga de trabajo, soporte técnico
- ✓ Sistema de compra

- ❖ **Programa editor de datos**

- ✓ Requisitos acceso
- ✓ Capacidad, distribución y orden de las líneas
- ✓ Parámetros con límites, tipos de límites y precisión de los mismos
- ✓ Unidades disponibles
- ✓ Activación de bolos

# *Bombas de infusión inteligentes*



## ¿QUÉ DEBEMOS CONOCER?:

- CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA INTELIGENTE

- ❖ Programa de explotación de datos

- ✓ Requisitos de acceso
- ✓ Capacidad
- ✓ Tipos de informe y posibilidad de exportación a diversos formatos
- ✓ Idioma

- ❖ Conectividad

- ✓ Actualización y descarga sin cables
- ✓ Posibilidad de integración con PE, SAD, ACB, eMAR, sistemas de monitorización del paciente, historia clínica



# *Bombas de infusión inteligentes*



## ¿POR DÓNDE EMPEZAR?

- ¿Qué tengo disponible en el hospital y qué características tiene?
- ¿Qué alcance va a tener la implantación?
- ¿En qué unidad voy a desarrollar el proyecto?
- Equipo multidisciplinar



# *Bombas de infusión inteligentes*



## ETAPAS DEL PROCESO DE IMPLANTACIÓN



- Específica
- Elaborada por equipo multidisciplinar
- Dinámica
- Flexible
- Evitar “alarm fatigue”

# *Bombas de infusión inteligentes*



## ELABORACIÓN DE UNA BIBLIOTECA DE FÁRMACOS



1. **Listado de consumos**
  - 1.1. Fármacos más consumidos en la unidad
  - 1.2. Fármacos iv, de alto riesgo, poca experiencia de uso
2. **Selección de fuentes bibliográficas de consulta habitual**
  - 2.1. Dosis habituales, máximas y mínimas
  - 2.2. Concentraciones
  - 2.3. Tiempos y ritmos de administración —————> **Límites absolutos y relativos siempre en unidades de velocidad**
3. **Variables**
  - 3.1. Concentración —————> **Concentraciones estándares vs abiertas o flexibles (disminuyen errores)**
  - 3.2. Velocidad de infusión
4. **Límites por defecto** (según protocolos de la unidad)
5. **Límites absolutos abiertos**
6. **Redondeos de dosis** en fármacos de administración intermitente
7. **Distribución de los fármacos en perfiles: “perfil de entrenamiento”**

# *Bombas de infusión inteligentes*



## PARTICULARIDADES EN LA ELABORACIÓN DE LA FARMACOTECA

### ➤ Fármacos con más de tres concentraciones:

- Adrenalina
- Furosemida
- Insulina
- Dopamina
- Fentanilo
- Midazolam



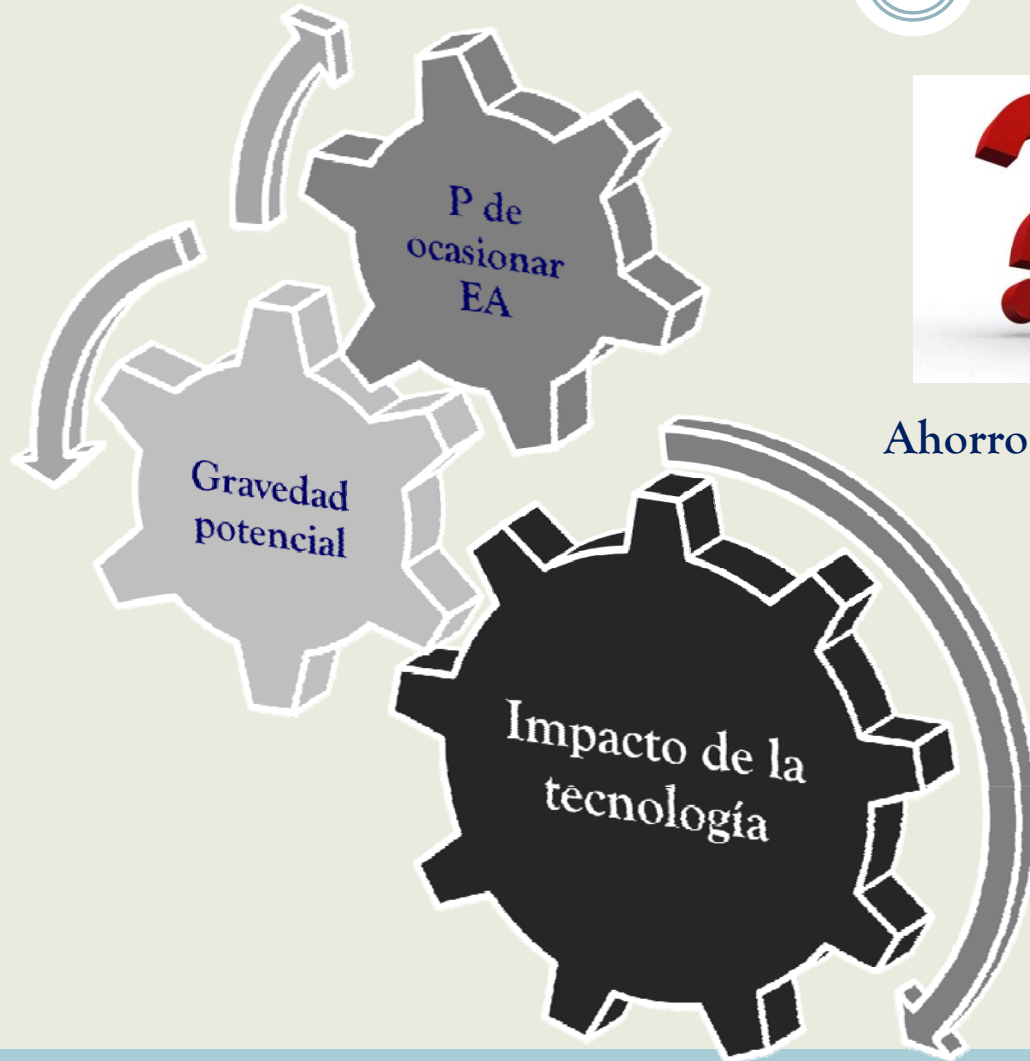
### ➤ Fármacos con concentración flexible:

- Ganciclovir
- Urokinasa

### ➤ Fármacos con límites absolutos abiertos:

- Ciclosporina
- Cloruro sódico hipertónico

# *Bombas de infusión inteligentes*



¿Cuánto cuesta un EA?

$$\text{Ahorro económico} = N^{\circ} \times P \times \text{Coste estimado EA}$$

RENTABILIDAD DE LA  
TECNOLOGÍA

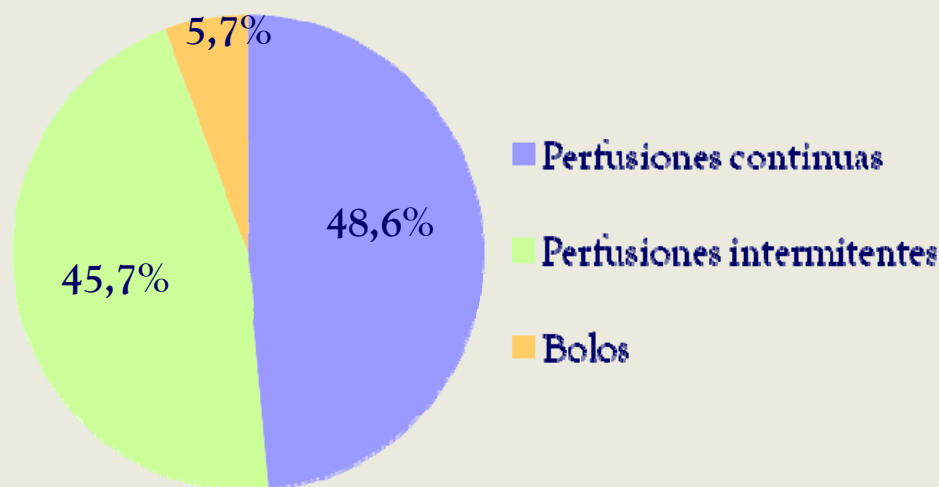
# *Bombas de infusión inteligentes: Resultados*



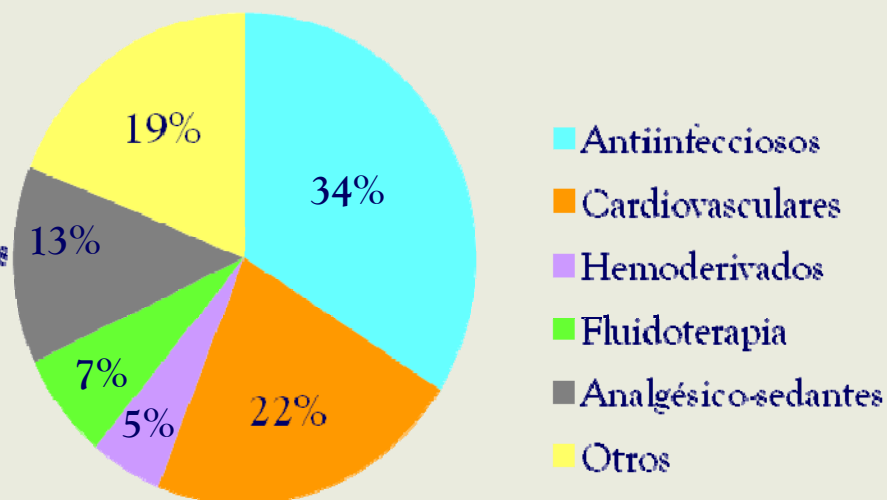
## ELABORACIÓN DE UNA BIBLIOTECA DE FÁRMACOS PARA UCIP

105 FÁRMACOS DISTRIBUIDOS EN 3 PERFILES

**Tipo de infusión**

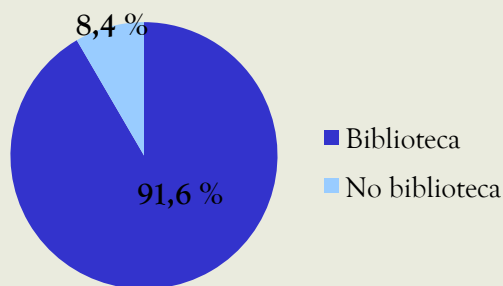


**Grupo terapéutico**

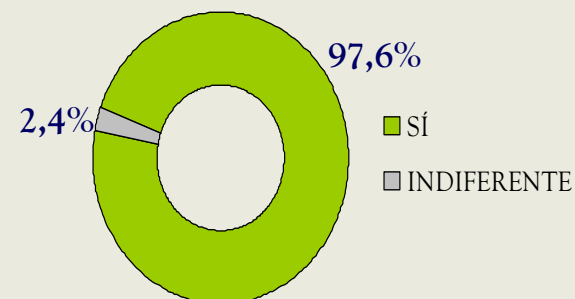


# Bombas de infusión inteligentes: Resultados

## Adherencia al software de seguridad

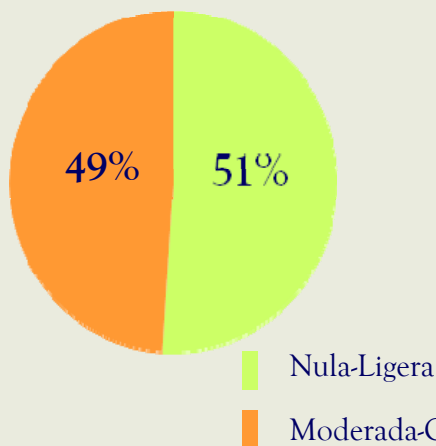


## Satisfacción de los usuarios: ¿Recomendable?

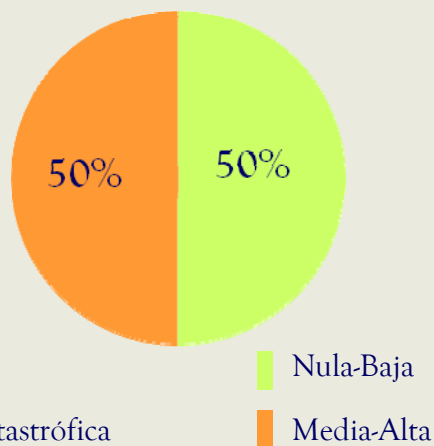


Durante el período de estudio se interceptan 92 errores de programación

## Gravedad potencial



## P de causar EA



| MEDIDAS DE ASOCIACIÓN   | RESULTADO      |
|---|----------------|
| Correlación gravedad potencial-<br>P de ocasionar EA                | Gamma=0,97     |
| Asociación lineal gravedad<br>potencial - fármaco de alto<br>riesgo | 41,7 (p=0,000) |
| Asociación lineal P de EA -<br>fármaco de alto riesgo               | 50,8 (p=0,000) |

# Bombas de infusión inteligentes: Resultados



## EJEMPLOS DE ERRORES DE GRAVEDAD MODERADA-CATASTRÓFICA

| Fármaco    | Límite                             | Programación      | Acción                           |
|------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Aciclovir  | Dosis mínima 5mg/kg (1h)           | 1,5 mg/kg en 1 h  | Reprogramación a 15 mg/kg en 1 h |
| Adrenalina | Ritmo máximo 3 mcg/kg/min          | 10 mcg/kg/min     | Reprogramación a 0,7 mcg/kg/min  |
| Amiodarona | Dosis de carga 5 mg/kg (15 min)    | 50 mg/kg (15 min) | Cancelación                      |
| KCl        | Ritmo máximo (<20 kg)<br>1mEq/kg/h | 2 mEq/kg/h        | Reprogramación a 0,4 mEq/kg/h    |
| Insulina   | Ritmo máximo 0,2U/kg/h             | 15 U/kg/h         | Reprogramación a 0,2 U/kg/h      |
| Labetalol  | Ritmo máximo 3 mg/kg/h             | 9,3 mg/kg/h       | Cancelación                      |
| Midazolam  | Ritmo máximo 15 mcg/kg/min         | 50 mcg/kg/min     | Cancelación                      |
| Milrinona  | Ritmo máximo 1 mcg/kg/min          | 24 mcg/kg/min     | Cancelación                      |
| Propofol   | Ritmo máximo 10 mg/kg/h            | 60 mg/kg/h        | Reprogramación a 10 mg/kg/h      |



# Bombas de infusión inteligentes: Resultados



Ahorro económico =  $N^{\circ} \times P \times \text{Coste estimado EA}$

En total se estimó un ahorro por EA evitados de **162.090 euros**

| Tipo de coste               |         |
|-----------------------------|---------|
| Beneficio total (€)         | 162.090 |
| Beneficio neto (€)          | 82.092  |
| Relación beneficio/coste    | 2,03    |
| Retorno de la inversión (%) | 102,6   |

Datos posiblemente subestimados

- Costes indirectos e intangibles no considerados
- Farmacéutico dedica < 100% de su jornada

# Conclusiones

➤ Conocer las características de los sistemas disponibles

*ESTANDARIZACIÓN*

➤ Biblioteca de fármacos adaptada a la práctica clínica: ◦ ◦

➤ Constitución de equipo de trabajo multidisciplinar

➤ Farmacéutico como líder del proceso de implantación

➤ Evaluación continua de los resultados

*ADHERENCIA*

➤ Comunicación con los usuarios: ◦ ◦

➤ Tecnología capaz de interceptar errores potencialmente graves

➤ Necesidad de conocer sus limitaciones

*DEPENDE DE ADHERENCIA*

*SOLO RITMO CORRECTO*

¿Tecnología rentable para el hospital?

**POSIBLES ERRORES**

- Paciente incorrecto
- Medicamento incorrecto
- Vía incorrecta
- Hora incorrecta

**INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA**

*Gracias*

# I CURSO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL SERVICIO DE FARMACIA

## *IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA ADMINISTRACIÓN SEGURA DE MEDICAMENTOS INTRAVENOSOS*

Barcelona, 24 de Enero de 2013

Silvia Manrique Rodríguez

Servicio de Farmacia  
Hospital General Universitario Gregorio Marañón  
[smanrique.hgugm@salud.madrid.org](mailto:smanrique.hgugm@salud.madrid.org)