

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### ***Fuentes de información***

Los datos de hospitalización se obtienen del Conjunto Mínimo de Datos de Egresos Hospitalarios del Seguro Público de Salud Costarricense (SPSC) y las proyecciones de población por área de salud se basan en el Censo Costa Rica 2000. Las hospitalizaciones por distrito para las diferentes causas de hospitalización, grupos decenales de edad y sexo, se agruparon en Áreas de Salud (AS) según la división geográfica establecida por el SPSC para la prestación de servicios de atención primaria.

### ***Grupos de causas de hospitalización estudiadas***

Se utilizó el listado de códigos que Caminal estableció para España, a los cuales se realizó una transformación de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, de la versión CIE-9 a la versión CIE-10 (cuadro 1).

**Cuadro 1.**

#### **Códigos diagnósticos por condiciones susceptibles de cuidados ambulatorios.**

<b>Grupo</b>	<b>CIE-10</b>
I. Patología infecciosa prevenible por inmunización u otras	A35, A36, A80, G000, G042, I00, I01
II. Sífilis congénita	A50
III. Tuberculosis	A154, A155, A156, A158, A162, A163, A164, A165, A168, A170, A171, A178, A179, A180, A181, A182, A183, A184, A185, A186, A187, A188, A190, A191, A192, A198, A199, B908, B909, O980
IV. Diabetes	E100, E101, E102, E110, E111, E112, E120, E121, E122, E130, E131, E132, E140, E141, E142, E15
V. Trastornos del metabolismo hidroelectrolítico	E86, E876
VI. Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores	J039, J36
VII. Enfermedades hipertensivas	I10, I11, I120, I130, I131, I132, I139, I150, I151,

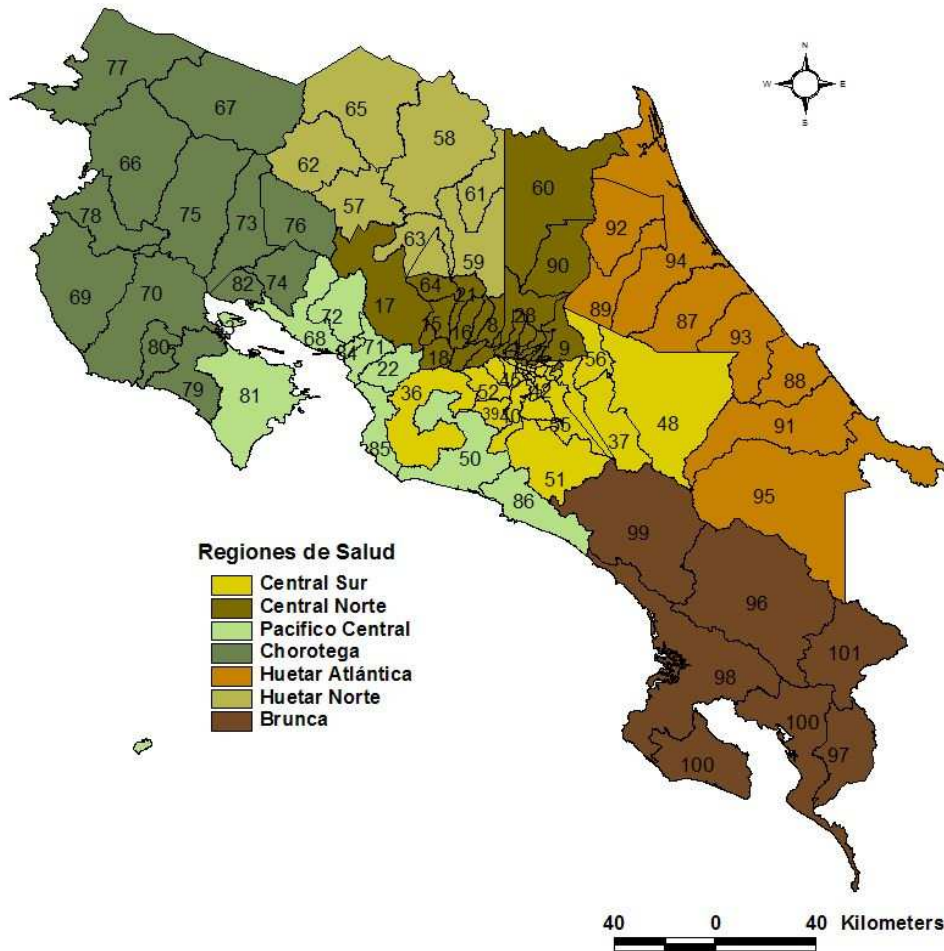
	I152, I158, I159, I469, I500, I501, I509, J81
VIII. Enfermedades isquémicas del corazón	I20, I21, I22, I236, I24, I25, I513, M219, G463, G464, G465, G466, G467, G468, I60, I61, I638, I64, I663, I674, I678, I688
IX. Neumonía	J14, J153, J154, J157, J16, J180, J182, J188, J189
X. Enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno	K25, K26, K27
XI. Problemas relacionados con la Apéndice	K350, K658, K650, K351
XII. Enfermedad renal tubulointersticial	N10
XIII. Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos y sistema genitourinario	N70, N73, N741, N742, N743, N994

Fuente: Elaborado con base en Caminal et al (2001)<sup>7</sup>

### ***Unidades geográficas***

La unidad geográfica primaria seleccionada para este estudio corresponde a las 103 Áreas de Salud que componen el Sistema Público de Salud costarricense. La segunda unidad de análisis son las regiones de salud que dividen al país en siete zonas geográficas: Central Norte, Central Sur, Pacífico Central, Chorotega, Huetar Norte, Huetar Atlántica y Brunca (figura 1).

**Figura 1. Representación geográfica de las áreas de salud según regiones sanitarias**



Central Norte	Central Sur	Huetar Norte	Pacífico Central
1 Barva	2 Catedral Noreste	57 La Fortuna	22 Orotina-San Mateo
3 Goicoechea 2	10 Pavas (Coopesalud)	58 Santa Rosa	50 Parrita
4 Goicoechea 1	30 Mata Redonda-Hospital	59 Aguas Zarcas	68 Puntarenas
5 Tibás-Uruca-Merced	31 Hatillo	61 Pital	71 Esparza
6 Heredia-Cubujuquí	32 Zapote-Catedral	62 Guatuso	72 Montes de Oro
7 Moravia	33 Desamparados 1	63 Florencia	81 Jicaral-Paquera
8 Marcial Rodríguez	34 Desamparados 2	64 Ciudad Quesada	83 Chacarita
9 Coronado	35 San Francisco-San Antonio	65 Los Chiles	84 Barranca
11 Tibás	36 Puriscal-Turrubares		85 Garabito
12 Santo Domingo	37 Paraíso-Cervantes		86 Aguirre
13 San Rafael	38 La Unión	<b>Huetar Atlántica</b>	<b>Chorotega</b>
14 Belén-Flores	39 Acosta	87 Siquirres	66 Liberia
15 Naranjo	40 Aserrí	88 Limón	67 Upala
16 Grecia	41 Alajuelita	89 Pococí	69 Santa Cruz
17 San Ramón	42 Desamparados 3	91 Valle La Estrella	70 Nicoya
18 Atenas	43 Cartago	92 Cariari	73 Cañas
19 Palmares	44 Curridabat	93 Matina	74 Abangares
20 Poás	45 Escazú	94 Guácimo	75 Bagaces
21 Valverde Vega	46 Montes de Oca	95 Talamanca	76 Tilarán
23 Alfaro Ruíz	47 San Sebastián-Paso Ancho		77 La Cruz
24 San Isidro-Sn Pablo	48 Turrialba	<b>Brunca</b>	78 Carrillo
25 Heredia-Virilla	49 San Juan-San Diego-Concepción	96 Buenos Aires	79 Nandayure
26 Alajuela Sur	51 Los Santos	97 Corredores	80 Hojancha
27 Alajuela Oeste	52 Mora	98 Osa	82 Colorado
28 Santa Bárbara	53 Santa Ana	99 Pérez Zeledón	
29 Alajuela Norte	54 Corralillo-La Sierra	100 Golfito	
60 Puerto Viejo	55 El Guarco	101 Coto Brus	
90 Horquetas	56 Oreamuno-Pacayas-Tierra Blanca		
102 León XIII-La Carpio			
103 San Pablo			

### ***Cálculo de medidas de hospitalización***

El análisis en epidemiología espacial se realiza generalmente a nivel de áreas pequeñas, cuyo principal problema en el pasado había sido la inestabilidad en el cálculo de las tasas, dado el bajo número de eventos o el bajo número de población en algunas unidades geográficas. No obstante, este problema ha sido solucionado gracias al reciente avance de las herramientas informáticas aplicadas a la estadística. Es así como el suavizamiento de tasas de morbilidad y mortalidad en áreas pequeñas a través de la estadística bayesiana y su representación geográfica en mapas se ha convertido en una herramienta básica en el análisis regional en salud pública.

Para calcular la razón de hospitalización estandarizada suavizada (RHES) que mide el riesgo relativo de morbilidad evitable por área de salud, se ajustó un modelo jerárquico espacial de la familia de modelos denominados “Convolution Priors” propuesta por Besag, York y Mollie.

El modelo incluye dos efectos aleatorios e incorpora información sobre la estructura geográfica de la región de estudio. El primero de los efectos induce dependencia en el índice de hospitalización estandarizada suavizado (RHES) de zonas vecinas ya sea por respuesta a hábitos, exposiciones o factores de riesgo compartidos y refleja los factores de riesgo de efecto más allá del área de salud que afectan a la morbilidad de dos o más zonas vecinas. El segundo de estos efectos es independiente para cada una de las áreas en el estudio y permite que cada área tenga un comportamiento independiente del de sus zonas vecinas y refleja el efecto de factores de riesgo intra área de salud propios de cada zona y que no afectan a las zonas vecinas.

El resultado del modelo nos brinda un riesgo relativo suavizado que recoge tanto el efecto que puedan tener las áreas vecinas sobre la hospitalización evitable, como aquellos factores propios del área de salud que hacen que tenga un riesgo de muerte específico.

En términos algebraicos el modelo es el siguiente:

$$O_i \sim \text{Poisson}(\mu_i)$$

$$\log \mu_i = \log E_i + \alpha + S_i + \eta_i$$

Donde  $O_i$  son los casos observados,  $E_i$  los casos esperados,  $S_i$  es el componente espacial que utiliza la aproximación conocida como modelo condicional autorregresivo (CAR) y  $\eta_i$  es el componente de efectos aleatorios para el cual se asume una distribución a priori Normal.

En cuando a la modelización del componente  $S_i$ , se asume una dependencia espacial en la cual las estimaciones del riesgo en un área determinada depende de las áreas vecinas. De forma que los pesos (o ponderaciones espaciales) son máximos (igual a la unidad) si las áreas son adyacentes y mínimos (igual a cero) en otro caso.

En términos algebraicos el modelo es el siguiente:

$$S_i | S_{-j} \rightarrow N(\bar{S}_i, \omega_s^2 | m_i)$$

Donde:  $S_{-j} = (S_1, \dots, S_{j-1}, S_{j+1}, \dots, S_n)$ ;  $\bar{S}_i = \sum_{i \in \delta_j} S_i$ ;  $\delta_j$  es el conjunto de áreas vecinas (adyacentes) al área  $j$ , y  $m_i$  es el número de vecinos.

El resultado del modelo brinda una tasa o razón suavizada que recoge, tanto el efecto que puedan tener las áreas vecinas sobre los casos observados, como aquellos factores propios del área de salud que hacen que tenga un riesgo específico.

### ***Indicadores de variabilidad***

Para el análisis de variabilidad se consideraron cuatro indicadores:

1. Tasas: valores máximo y mínimo, percentiles cinco (P5), noventa y cinco (P95), veinticinco (P25) y setenta y cinco (P75).
2. Razón de variación: Rango interpercentil (RV<sub>P95-5</sub>) que se calcula como la razón entre el percentil 95 y el percentil 5 y el rango intercuartil (RV<sub>P75-25</sub>) como la razón entre el percentil 75 y el percentil 25.
3. Coeficiente de variación ponderado: razón entre la desviación estándar y la media, ponderado por el tamaño de la población de cada área de salud.

4. Componente sistemático de variación (CSV<sub>p95-5</sub>): mide la variación de la desviación entre la tasa de hospitalización observada y esperada, expresada como porcentaje de la tasa esperada.
5. Varianza a posteriori de la razón hospitalización (Var\_RHES): es la varianza de la RHES estimada con modelo de estadística bayesiana. Es un promedio ponderado de la tasa cruda de hospitalización de un área de salud determinada y la tasa promedio de las áreas vecinas. Donde la vecindad se define como aquellas áreas que comparte frontera.

En el cuadro 2 se presenta la formulación algebraica de cada uno de los indicadores de variabilidad.

**Cuadro 2.**  
**Formulación y descripción de medidas de variabilidad**

Indicador	Formulación	Descripción
Rango interpercentil	$RP95 / 5 = \frac{\text{Percentil } 95(RHES_i)}{\text{Percentil } 5(RHES_i)}$	Razón entre el valor del percentil 95 y el percentil 5 de las razón de hospitalización estandarizada suavizada entre áreas; es decir la razón de los valores de las tasas más alta y más baja, después de eliminar los casos extremos.
Porcentaje de hospitalizaciones susceptibles de disminución	$(1-P_5)*100$	Es el porcentaje de hospitalizaciones susceptibles de disminuir si todos las áreas de salud tuvieran la misma RHES que el área ubicada en el percentil 5.
Coefficiente de Variación	$CV = \frac{\sqrt{\sum (RHES_i - \overline{RHES})^2 / (I-1)}}{\sum RHES_i / I}$ ,	Coefficiente entre la desviación estándar y la media de la RHES.
Chi square	$X^2 = \left( \sum \frac{(y_i - e_i)^2}{e_i} \right) \approx X^2_{I-1}$	Es la clásica medida de relación entre dos variables cualitativas y permite conocer si las tasas entre áreas resultan homogéneas.
Componente Sistemático de Variación	$SCV = \frac{1}{I} \left( \sum \frac{(y_i - e_i)^2}{e_i^2} - \sum \frac{1}{e_i} \right)$	Mide la variación de la desviación entre la tasa de hospitalización observada y esperada, expresada como porcentaje de la tasa esperada.
Varianza a posteriori de la razón hospitalización		Es la varianza del riesgo relativo a posteriori estimado para cada área de salud con métodos bayesianos. Este indicador es similar al Satial Empirical Bayes (SEB) estimado en el programa GeoDa, es un promedio ponderado de la tasa cruda de hospitalización y la media de las áreas

---

$$Var_{RHES} = \frac{\sum (RHES_i - \overline{RHES})^2}{(I-1)}$$

vecinas. Donde la vecindad se define como aquellas áreas que comparte frontera.

---

RHE: Razón de hospitalización estandarizada suavizada; I: número de áreas geográficas y  $\overline{RHES} = \frac{\sum RHES_i}{I}$ .

### *Herramientas utilizadas*

Para el cálculo de las medidas de hospitalización, los indicadores de variabilidad y la elaboración de mapas, fueron necesarios varios procesos y la utilización de diferentes herramientas de Software.

La base de datos y cálculos de las medidas de hospitalizaciones evitables y los indicadores de variabilidad geográfica se realizaron en Microsoft Excel y en los paquetes estadísticos SPSS versión 15.0 y Stata 10.0. La estimación de la RHES se corrió en WinBUGS 1.4.3 utilizando como plataforma de programación el programa estadístico R.2.6.2. En la estimación de la RHES mediante WinBUGS se corrieron dos cadenas simultáneamente y se utilizó un calentamiento de 10,000 iteraciones y las estimaciones de los coeficientes se basan en las 100,000 iteraciones siguientes.

En cuanto a la representación geográfica se utilizó el mapa de Costa Rica segregado por área de salud (figura 1) mediante el sistema de información geográfica ArcView 3.3 ESRI. Este mapa utilizó como base para la georeferenciación el Proyecto Lambert Costa Rica Norte Datum Ocotepeque, adaptado a áreas de salud por el Proyecto de Investigación en Farmacoeconomía del Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica.

### *Guía de lectura e interpretación de mapas, gráficos y cuadros*

#### *Mapas*

Los mapas utilizados en este estudio dividen al país en 103 áreas de salud, que corresponden a la mínima unidad administrativa del SPSC, responsable de la atención en salud a las personas en el primer nivel. En cada uno se identifica las áreas de salud con un número, el cual se corresponde con su nombre del SPSC (figura 1).

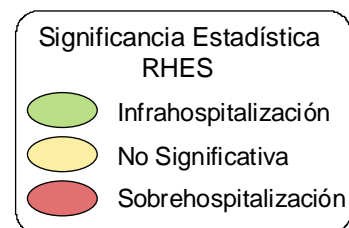
Para identificar las áreas de salud que se encuentran en el centro del país, que concentran un gran número de población en un muy pequeño territorio, se presenta un corte ampliado del mapa, el cual se denomina “Área en Detalle”.

El primer mapa, nos permite determinar si existen patrones de riesgo diferenciado de morir en cada grupo de enfermedades, medido por la Razón de Hospitalización Estandarizada Suavizada. Aquellas áreas que presentan mayor riesgo de morir se representan en un tono más intenso (marrón) y las de menor riesgo en un tono menos intenso (naranja más pálido). Se seleccionaron como puntos de corte los valores de 0.7, 0.9, 1.1 y 1.4. Estos valores representan un riesgo de defunción de aproximadamente un 10% y un 40% inferior y un exceso de defunción del 10% y 40% respecto al promedio nacional.



En el segundo mapa, se utiliza el tipo de etiquetado empleado generalmente en la clasificación de atención a la urgencia, conocida internacionalmente como triage, la cual sigue un criterio cromático internacional establecido por prioridad, donde el color rojo representa una acción de extrema atención y el color verde se considera de atención no urgente, mientras que el color amarillo requiere de atención pero no con la misma prioridad que el caso del rojo.

Las áreas clasificadas con infrahospitalización son aquellas cuya PRHES es inferior al 0.2. Las áreas con sobrehospitalización son las que presentan una PRHES superior al 0.8. Por su parte cuanto la PRHES se encuentra entre 0.2 y 0.8 se denomina no significativas, es decir no hay evidencia para afirmar que el riesgo sea diferente al promedio nacional.



Para la lectura de los patrones geográficos se consideraron dos factores que fueron adoptados del Sistema Valenciano de Salud. El primero es la intensidad de las diferencias entre áreas de salud, es decir el **contraste** visual por abundancia o ausencia de valores extremos por exceso o defecto de hospitalización. El segundo es el grado de **confluencia** de las áreas de salud, es decir la agregación de áreas de salud vecinas con



similar hospitalizaciones que dan lugar a zonas o regiones con la misma intensidad de color, por exceso o defecto del nivel de morbilidad hospitalaria evitable.

Cuando el patrón no es completamente disperso, las agrupaciones de áreas de salud dan lugar a zonas o regiones geográficas de similar hospitalización, que se clasificaron en patrones geográficos norte-sur, este-oeste o costa-interior.

### ***Cuadros***

Para cada grupo de causa de hospitalización y cada sexo según corresponda, se presenta un cuadro con la siguiente información: Número consecutivo según ubicación en el mapa.

1. Hospitalizaciones: Número absoluto de hospitalizaciones observadas de cada área de salud en los tres años del estudio y hospitalizaciones esperadas, calculadas con el método de estandarización indirecta.
2. RHES: Razón de Hospitalización Estandarizada Suavizada.
3. PRHES: La probabilidad de que la razón de hospitalizaciones supere la unidad (hospitalizaciones superiores al nivel nacional).
4. Categoría: Las áreas de salud se clasificaron en tres grupos.
  - a. Sobrehospitalización cuando la PRHES superior fuese superior a 0,8.
  - b. Infrahospitalización cuando cuando la PRHES superior fuese inferior a 0,2.
  - c. No significativas cuando las tasas de hospitalización cuando la PRHES sea igual o superior a 0,2 e igual o inferior a 0,8.
5. Cuadro de viabilidad: para cada grupo de enfermedades que componen la lista de hospitalizaciones por PSSCA, se construyó un cuadro con los datos de viabilidad según área de salud. Se incluye la siguiente información:
  - a. Tasas: Valores mínimo, máximo, mediana, percentiles 5-25-75-95.
  - b. Estadísticos de variación: Rango interpercentil (P95/P5), porcentaje de hospitalizaciones susceptibles de disminución, coeficiente variación, componente sistemático de variación, varianza a posteriori de la RMES.

### ***Gráficos***

***Gráfico de puntos (dot plot):*** Según el grupo de hospitalización evitable se presenta el gráfico dot plot, donde cada punto representa el valor de la tasa de hospitalización ajustada por edad en un área de salud. Se usó una escala logarítmica estandarizada en

cero para resolver el problema de que las escalas de números naturales de las diferentes agrupaciones de hospitalizaciones oscilaban en rangos diferentes, lo que impedía una clara visualización de la variabilidad, dado que los procedimientos con menores tasas se agrupaban en la base de la gráfica, sugiriendo una menor varianza. En este tipo de gráfico las áreas con tasas similares se representan al mismo nivel, con lo que los dot plot adoptan una forma de rombo, que será más simétrica cuanto más se aproxime la distribución estudiada a una normal.

**Gráfico de Burbujas (*bubble plot*):** Al igual que en el gráfico dotplot, cada punto representa un área de salud, pero se han agrupado en columnas por región de salud y, adicionalmente, el tamaño de la burbuja es proporcional al número de habitantes de cada área.

**Curva de Lorenz:** En este Atlas se utiliza esta gráfica para representar la distribución relativa las hospitalizaciones por PSSCA en el conjunto de las 13.326.664 personas-año distribuidas en 103 áreas de salud. En la curva se relacionan los porcentajes acumulados de población con los porcentajes acumulados de intervenciones (hospitalizaciones) que esta población recibe. En el eje de abscisas se representa la población de las áreas ordenadas según la RHES de forma ascendente de izquierda a derecha. Si una curva de Lorenz de algún grupo de enfermedad analizado se encuentra siempre por encima de otra, se puede decir que la primera exhibe menor variación que la segunda. De tal forma que las curvas de Lorenz permiten comparar visualmente la variabilidad entre distintos grupos de enfermedades o sexo.

**Áreas de Salud con Mayor hospitalización:** Se representan la media a posteriori de la RHES y el intervalo de credibilidad al 95% (percentiles cinco y 95) de las diez Áreas de Salud con mayor riesgo, según sexo.