

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MEDICAS

PERFIL CLÍNICO Y MICROBIOLÓGICO DE INFECCIONES DE SITIO  
QUIRÚRGICO EN CIRUGÍA ABDOMINAL ELECTIVA EN LA UNIDAD DE  
CIRUGÍA DE COLON Y RECTO DEL HOSPITAL MÉXICO DURANTE EL  
PERIODO 2023-2024.

Trabajo final de graduación sometido a la consideración del comité de la Especialidad en  
Cirugía General para optar por el grado y título de Especialista en Cirugía General.

LEYLA PRISCILLA ROCKBRAND CAMPOS

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2025



## CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACION EN SALUD

San José, Calle 16, avenidas 6 y 8, Edificio Norte, Primer piso

San José, 30 de abril de 2025

**CONIS-196-2025**

Página 1 de 1

**Señores  
Comité Ético Científico  
Hospital México**

Estimados señores:

En la sesión ordinaria N° 22 modalidad virtual, por medio de la plataforma Teams, del día 23 de abril de 2025, se tomó el siguiente acuerdo.

**ACUERDO N°10:** Se procede con el registro del protocolo P-CEC-HM-0010-2025 “Perfil clínico y microbiológico de infecciones de sitio quirúrgico en cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024”. Investigadora principal: Dra. Leyla Priscilla Rockbrand Campos. **VOTACIÓN: APROBADO POR UNANIMIDAD Y EN FIRME.**

Cordialmente,

JACQUELING PERAZA VALVERDE (FIRMA) Firmado digitalmente por JACQUELING PERAZA VALVERDE (FIRMA)  
Fecha: 2025.05.02 12:59:00 -06'00'



**Dra. Jacqueline Peraza Valverde  
Presidente suplente  
Consejo Nacional de Investigación en Salud (CONIS)**

C Archivo

Apdo. Postal 10123 – 1000 SJ  
[www.ministeriodesalud.go.cr](http://www.ministeriodesalud.go.cr)

Tel (506) 40035425-5426  
Email. [conis@misalud.go.cr](mailto:conis@misalud.go.cr)

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe en mí en cada paso de este camino. Gracias por su sacrificio, por creer en mis sueños y por ser mi fuente de inspiración y motivación inagotable. Sin su orientación y cariño, este logro no habría sido posible.

A mis abuelitos en el cielo, quienes con su ejemplo de vida, sabiduría y ternura dejaron una huella imborrable en mi corazón. Aunque ya no están físicamente conmigo, su espíritu, sus enseñanzas y su amor siguen guiando cada uno de mis pasos, llenando mi alma de paz y gratitud.

A mi niña interior, esa pequeña soñadora que desde temprana edad se imaginó ejerciendo la cirugía, con pasión y compromiso por el bienestar de los demás. Gracias por mantener vivo ese sueño, por la inocencia, la valentía y la alegría que siempre llevaste contigo, y por nunca dejar de creer en tus capacidades y en el poder de tus sueños. Esa niña que nunca perdió la esperanza de transformar vidas a través de sus manos y su corazón, y que hoy culmina este logro con orgullo y esperanza en el futuro. Gracias por darme la fuerza y la inspiración para seguir adelante, siempre fiel a ese propósito en mi corazón.

A todos ustedes, mi más profunda y eterna gratitud por ser la raíz y la inspiración de mi camino. Este logro es tan suyo como mío.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis padres y hermanos, por su amor incondicional y apoyo constante que siempre me ha fortalecido. Gracias por creer en mí en los momentos de duda, por estar presentes en cada triunfo y dificultad. Este logro también es suyo.

A mi compañero de estudio, por ser un pilar y amigo fundamental. Sin ti, esto no es posible. Hoy podemos afirmar que lo logramos, y juntos seguiremos pintando nuevos caminos.

A mis amigos y compañeros de residencia, por caminar a mi lado, por sus palabras de aliento y por hacer más llevadero este camino. Gracias por su compañía en los momentos clave.

A mi jefatura de departamento de cirugía, por su calidez, camaradería y apoyo constante, que me hizo sentir parte de un equipo. Agradezco profundamente su confianza, sus enseñanzas y por ofrecerme un espacio lleno de apoyo y humanidad. Gracias por acompañarme en cada paso de mi formación y por contribuir a mi crecimiento tanto en lo profesional como en lo personal.

A mi residente mayor, por su ejemplo, motivación y por haberme recibido desde pequeña, inculcándome la importancia de ser mejor cada día. Gracias por su guía y por creer en mí.

A mis tutores cercanos, que más que guías, se convirtieron en mis segundos padres. Gracias por su apoyo incondicional, paciencia infinita y por recibirme con tanto cariño y confianza. Sus enseñanzas y amor hicieron que siempre me sintiera en casa en cada etapa.

A todos los que, desde que entré por primera vez a los pasillos del Hospital México, aportaron un granito de arena para construir esta profesional que hoy soy.

A todos ustedes, mi mayor gratitud. Este logro nos pertenece a todos.

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Cirugía General del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Cirugía General.

---

Doctor Juan José Meléndez Lugo  
Coordinador Nacional  
**Programa de Posgrado en Cirugía General**

---

Doctor José Pablo Rivera Chavarría  
**Tutor académico de investigación**

---

Doctor Andrés Leitón Chaves  
**Lector de la investigación**

---

Leyla Priscilla Rockbrand Campos  
**Sustentante**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>11</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>13</b>
<b>INDICE DE GRÁFICAS .....</b>	<b>16</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPITULO I – INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>1.1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2 HIPÓTESIS .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITULO II - MARCO TEORICO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 CIRUGÍA COLORRECTAL ABDOMINAL .....</b>	<b>22</b>
2.1.1 <i>Generalidades.....</i>	22
2.1.3 <i>Cirugía Colorrectales abdominales .....</i>	24
2.1.4 <i>Estomas.....</i>	26
2.1.5 <i>Tipo de abordaje quirúrgico .....</i>	28
<b>2.2 INFECCIONES DEL SITIO QUIRÚRGICO .....</b>	<b>29</b>
2.2.1 <i>Concepto y Clasificación de las ISQ .....</i>	30
2.2.2 <i>Epidemiología y prevalencia en ISQ en Cirugía Colorrectal.....</i>	31
<b>2.3 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A ISQ.....</b>	<b>33</b>
2.3.1 <i>Factores de Riesgo Preoperatorios .....</i>	33
2.3.2 <i>Factores de Riesgo Intraoperatorios .....</i>	35
2.3.3 <i>Factores de Riesgo Postoperatorios .....</i>	36
<b>2.4 MICROBIOLOGÍA DE LAS ISQ EN CIRUGÍA COLORRECTAL.....</b>	<b>37</b>
2.4.1 <i>Microorganismos Predominantes en las ISQ Colorrectales.....</i>	37
2.4.2 <i>Resistencia Antimicrobiana.....</i>	38
2.4.3 <i>Implicaciones para el Manejo Clínico y Profilaxis.....</i>	39
<b>2.5 PREVENCIÓN DE ISQ EN CIRUGÍA COLORRECTAL .....</b>	<b>40</b>
2.5.1 <i>Medidas Preventivas Preoperatorias.....</i>	40
2.5.2 <i>Medidas Preventivas Intraoperatorias.....</i>	43
2.5.3 <i>Medidas Preventivas Postoperatorio.....</i>	51
<b>2.6 HERRAMIENTAS PREDICTORAS DE ISQ EN CIRUGÍA COLORRECTAL.....</b>	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO III – OBJETIVOS .....</b>	<b>58</b>
<b>3.1 OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>58</b>
<b>3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>58</b>
<b>CAPÍTULO IV – METODOLOGÍA .....</b>	<b>59</b>
<b>4.1 DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>59</b>
4.1.1 <i>Diseño de investigación .....</i>	59
4.1.2 <i>Área de estudio.....</i>	59
4.1.3 <i>Unidad de análisis y observación.....</i>	59
4.1.4 <i>Universo y muestra .....</i>	59
<b>4.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD .....</b>	<b>60</b>

4.2.1	<i>Criterios de inclusión</i> .....	60
4.2.2	<i>Criterios de exclusión</i> .....	60
<b>4.3</b>	<b>VARIABLES</b> .....	60
4.3.1	<i>Operacionalización de las variables</i> .....	60
<b>4.4</b>	<b>PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS</b> .....	61
4.4.1	<i>Diseño y Metodología</i> .....	61
4.4.2	<i>Análisis de resultado y programas estadísticos</i> .....	61
4.4.3	<i>Análisis estadístico</i> .....	62
<b>CAPÍTULO V – ANÁLISIS Y RESULTADO</b> .....		<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b>PERFIL CLÍNICO Y DEMOGRÁFICO</b> .....	63
5.1.1	<i>Comorbilidades</i> .....	63
5.1.2	<i>Características Antropométricas y Nutricionales</i> .....	65
5.1.3	<i>Perfil diagnóstico</i> .....	65
<b>5.2</b>	<b>PERFIL CLÍNICO Y QUIRÚRGICO</b> .....	66
5.2.1	<i>Profilaxis antibiótica</i> .....	67
5.2.2	<i>Preparación intestinal</i> .....	68
<b>5.3</b>	<b>INFECCIONES DE SITIO QUIRÚRGICO</b> .....	70
5.3.1	<i>Distribución por tipo de ISQ</i> .....	71
5.3.2	<i>Diagnósticos específicos de ISQ</i> .....	72
5.3.3	<i>Tiempo de aparición de ISQ</i> .....	73
5.3.4	<i>Severidad de ISQ según clasificación Clavien-Dindo</i> .....	75
<b>5.4</b>	<b>PERFIL MICROBIOLÓGICO DE LAS ISQ</b> .....	76
5.4.1	<i>Tasa de toma de cultivos</i> .....	76
5.4.2	<i>Microorganismos identificados en primer aislamiento</i> .....	77
5.4.3	<i>Infecciones polimicrobianas</i> .....	78
<b>5.5</b>	<b>FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON ISQ</b> .....	79
5.5.1	<i>Factores de Riesgo Significativos</i> .....	79
5.5.2	<i>Factores evaluados sin asociación significativa</i> .....	81
5.5.3	<i>Factores con tendencia a la significancia</i> .....	81
<b>5.6</b>	<b>BIOMARCADORES Y PREDICTORES TEMPRANOS DE ISQ</b> .....	85
5.6.1	<i>Proteína C Reactiva al 4to Día Postoperatorio</i> .....	85
5.6.2	<i>PCR según Tipo de ISQ</i> .....	86
5.6.3	<i>Rendimiento Diagnóstico de PCR</i> .....	86
<b>5.7</b>	<b>MODELO PREDICTIVO DE ISQ</b> .....	88
5.7.1	<i>Desarrollo, Validación y rendimiento del Modelo</i> .....	88
5.7.2	<i>Rendimiento del Modelo Final</i> .....	89
5.7.3	<i>Importancia de Variables</i> .....	91
5.7.4	<i>Ventajas del Modelo Random Forest</i> .....	92
<b>5.8</b>	<b>DESENLACES CLÍNICOS E IMPACTO DE ISQ</b> .....	94
5.8.1	<i>Estancia hospitalaria según ISQ tipo Órgano/Espacio</i> .....	95
5.8.2	<i>Reingreso hospitalario en pacientes con ISQ</i> .....	96
5.8.3	<i>Mortalidad en pacientes con ISQ</i> .....	97
5.8.4	<i>Análisis de características clínicas en infecciones de órgano/espacio</i> .....	97
5.8.5	<i>Diagnósticos específicos en infecciones de órgano/espacio</i> .....	98
5.8.6	<i>Severidad clínica según clasificación de Clavien-Dindo</i> .....	98
5.8.7	<i>Perfil microbiológico en infecciones de órgano/espacio</i> .....	99
<b>5.9</b>	<b>CALCULADORA DE RIESGO ISQ</b> .....	100
<b>CAPÍTULO VI – DISCUSIÓN</b> .....		<b>104</b>
<b>6.1</b>	<b>PERFIL DEMOGRÁFICO Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA</b> .....	104

<b>6.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS QUIRÚRGICAS:PROCEDIMIENTOS Y ABORDAJE QUIRÚRGICO .....</b>	<b>105</b>
<b>6.3</b>	<b>INCIDENCIA DE INFECCIONES DEL SITIO QUIRÚRGICO .....</b>	<b>106</b>
<b>6.4</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE LAS INFECCIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>6.5</b>	<b>FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS .....</b>	<b>108</b>
<b>6.6</b>	<b>PERFIL MICROBIOLÓGICO .....</b>	<b>110</b>
<b>6.5</b>	<b>IMPACTO CLÍNICO Y ECONÓMICO DE LA ISQ .....</b>	<b>111</b>
<b>6.8</b>	<b>MODELO PREDICTIVO .....</b>	<b>112</b>
<b>6.9</b>	<b>PROTOCOLOS ERAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA .....</b>	<b>113</b>
	<b>CAPÍTULO VII – CONCLUSIONES.....</b>	<b>115</b>
	<b>CAPÍTULO VIII – LIMITACIONES.....</b>	<b>116</b>
	<b>CAPÍTULO IX – BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>117</b>

## RESUMEN

### Introducción

La infección del sitio quirúrgico (ISQ) es una complicación crítica en la cirugía colorrectal, especialmente en pacientes con patología oncológica, ya que incrementa significativamente la morbilidad, prolonga la hospitalización y eleva los costos sanitarios. Aunque se han realizado avances en el manejo y prevención de infecciones, la falta de datos epidemiológicos locales impide la optimización de las estrategias de diagnóstico y tratamiento. Este estudio se planteó para abordar esta brecha de conocimiento.

### Metodología

Se llevó a cabo un estudio observacional retrospectivo, de corte transversal y descriptivo, con 238 pacientes sometidos a cirugía colorrectal electiva en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México, entre enero de 2023 y diciembre de 2024. Se analizaron 21 variables predictoras, incluidas características demográficas, comorbilidades (diabetes mellitus (DM) e hipertensión arterial (HTA)), estado nutricional (albúmina sérica) y factores quirúrgicos (abordaje, duración de la cirugía y presencia de estoma). Para el análisis de los resultados, se utilizaron pruebas estadísticas bivariadas (Chi-cuadrado y U de Mann-Whitney) para identificar factores de riesgo asociados a ISQ, y se desarrolló un modelo predictivo de riesgo mediante el algoritmo Random Forest.

### Resultados

La incidencia global de ISQ fue del 21.4% (51 de 238 pacientes), un valor dentro del rango esperado para la cirugía colorrectal a nivel internacional. Predominaron las infecciones de órgano/espacio (58.8% del total de ISQ), siendo la fuga anastomótica la complicación grave más frecuente (33.3%). La presencia de ISQ duplicó la estancia hospitalaria media, con una mediana de 7 días en pacientes infectados frente a 4 días en pacientes sin ISQ ( $p < 0.0001$ ). El abordaje quirúrgico abierto fue el factor de riesgo modificable más importante, cuadruplicando el riesgo de ISQ en comparación con técnicas mínimamente invasivas (OR = 4.21,  $p = 0.0008$ ). El diagnóstico no oncológico se asoció a un riesgo significativamente mayor (OR inverso = 4.0,  $p = 0.0001$ ), mientras que el sexo masculino mostró una tendencia a un riesgo casi duplicado (OR = 1.98,  $p = 0.0521$ ). *Escherichia coli* fue el microorganismo más frecuente (19.6% de las ISQ), consistente con la flora gastrointestinal esperada, aunque

solo se tomaron cultivos en el 54.9% de los casos con ISQ. La Proteína C Reactiva (PCR) al cuarto día postoperatorio fue el predictor más potente del modelo predictivo (20.2% de importancia), con valores medianos significativamente más altos en el grupo con ISQ (88.9 mg/L vs 42.4 mg/L,  $p < 0.0001$ ), y el modelo Random Forest alcanzó un AUC-ROC de 0.766.

### **Conclusiones**

La incidencia de ISQ en cirugía colorrectal electiva en la institución analizada es alta, con predominio de las infecciones de órgano/espacio, especialmente las fugas anastomóticas. El abordaje abierto y el diagnóstico no oncológico son factores de riesgo clave independientes. Es fundamental priorizar el abordaje laparoscópico y optimizar la vigilancia postoperatoria, utilizando la PCR al cuarto día como herramienta de detección temprana para mitigar el riesgo y reducir la duplicación de la estancia hospitalaria asociada a estas infecciones.

### **Palabras claves**

Infección del sitio quirúrgico; Infección postoperatoria; Cirugía colorrectal; Microbiología clínica; Prevención de infecciones; Complicaciones postoperatorias

## ABSTRACT

### Introduction

Surgical site infection (SSI) stands as a major complication in colorectal surgery, particularly among patients with oncological conditions, significantly increasing morbidity, lengthening hospital stays, and raising healthcare costs. Despite advancements in infection management and prevention, the lack of local epidemiological data hampers the optimization of diagnostic and treatment strategies. This study aims to address this knowledge gap.

### Methodology

An observational, retrospective, cross-sectional, and descriptive study was conducted, focusing on 238 patients who underwent elective colorectal surgery at the Colon and Rectal Surgery Unit of Hospital México, between January 2023 and December 2024. We analyzed 21 predictive variables, including demographic characteristics, comorbidities (such as DM and HTA), nutritional status (serum albumin), and surgical factors (approach, surgery duration, and presence of stoma). Bivariate statistical tests (Chi-square and Mann-Whitney U) were used to identify SSI-associated risk factors, and a risk predictive model was developed using the Random Forest algorithm.

### Results

The global incidence of SSI was documented at 21.4% (51 of 238 patients), which is within the expected range for colorectal surgery internationally. Organ/space infections predominated, accounting for 58.8% of SSIs, with anastomotic leaks being the most common severe complication (33.3% of SSIs). The presence of SSI doubled the median hospital stay to 7 days in infected patients compared to 4 days in patients without SSI ( $p < 0.0001$ ). The open surgical approach was the most significant modifiable risk factor, quadrupling the risk of SSI compared to minimally invasive techniques (OR = 4.21,  $p = 0.0008$ ). Non-oncological diagnosis was significantly associated with higher risk (inverse OR = 4.0,  $p = 0.0001$ ), while male gender showed a trend towards nearly doubled risk (OR = 1.98,  $p = 0.0521$ ). *Escherichia coli* was the most frequently isolated microorganism (19.6% of SSIs), consistent with expected gastrointestinal flora, though cultures were taken in only 54.9% of SSI cases. C-reactive protein (CRP) on the fourth postoperative day was the most potent predictor in the predictive model (20.2% importance), with significantly higher median values in the SSI

group (88.9 mg/L vs. 42.4 mg/L,  $p < 0.0001$ ). The Random Forest model achieved an AUC-ROC of 0.766.

### **Conclusions**

The incidence of SSI in elective colorectal surgery at our institution is high, with a predominance of organ/space infections, particularly anastomotic leaks. The open approach and non-oncological diagnoses emerge as key independent risk factors. It is imperative to prioritize laparoscopic approaches and optimize postoperative monitoring, utilizing CRP on the fourth day as an early detection tool to mitigate risk and reduce hospital stays associated with these infections.

### **Key Words**

Surgical site infection; Postoperative infection; Colorectal surgery; Clinical microbiology; Infection prevention; Postoperative complications

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. NNIS Score para el Cálculo del índice de riesgo de ISQ .....	56
Tabla 2. Distribución por sexo de los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad Colon y Recto durante 2023-2024 .....	63
Tabla 3. Estadísticas demográficas de Edad de los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad Colon y Recto durante 2023-2024 .....	63
Tabla 4. Comorbilidades presentes en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad Colon y Recto durante 2023-2024 .....	64
Tabla 5. Distribución del IMC en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	65
Tabla 6. Distribución de los niveles de albúmina sérica preoperatoria en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	65
Tabla 7. Distribución del tipo de diagnóstico en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	66
Tabla 8. Distribución de los procedimientos quirúrgicos realizados en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	67
Tabla 9. Distribución del tipo de abordaje quirúrgico en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024. ....	67
Tabla 10. Otras características quirúrgicas relevantes en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	67
Tabla 11. Esquemas antibióticos profilácticos utilizados en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	68
Tabla 12. Tipos de preparación intestinal preoperatoria en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	68

Tabla 13. Distribución por tipo de ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	71
Tabla 14. Diagnósticos específicos de ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	73
Tabla 15. Tiempo de presentación de la ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	74
Tabla 16. Clasificación de la severidad de las complicaciones según Clavien–Dindo en los pacientes con ISQ intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	75
Tabla 17. Distribución de la toma de cultivos en los pacientes con ISQ intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	76
Tabla 18. Microorganismos aislados en los cultivos positivos de los pacientes con ISQ intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	77
Tabla 19. Distribución del segundo microorganismo aislado en los casos con infecciones polimicrobianas en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024.....	78
Tabla 20. Distribución del tercer microorganismo aislado en los casos con infecciones polimicrobianas en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024.....	79
Tabla 21. Factores de riesgo significativamente asociados a la ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024 .....	79
Tabla 22. ISQ según el abordaje quirúrgico .....	80
Tabla 23. ISQ y sexo del paciente .....	80
Tabla 24. ISQ y diagnóstico del paciente .....	81
Tabla 25. Variables No Asociadas Significativamente con la ISQ .....	81
Tabla 26. Edad y asociación con ISQ.....	82
Tabla 27. Albúmina Baja y asociación ISQ .....	82
Tabla 28. Anemia y asociación con ISQ .....	82

Tabla 29. Comparación según Presencia de ISQ.....	85
Tabla 30. PCR según tipo de ISQ.....	86
Tabla 31. Rendimiento diagnóstico de PCR con punto de corte 88.90 mg/L .....	86
Tabla 32. Estancia hospitalaria según presencia de ISQ .....	95
Tabla 33. Estancia hospitalaria ISQ tipo Órgano/Espacio .....	95
Tabla 34. Reingreso hospitalario en pacientes con ISQ .....	97
Tabla 35. Mortalidad en pacientes con ISQ .....	97
Tabla 36. Características clínicas de infecciones de órgano/espacio en ISQ .....	98
Tabla 37. Diagnósticos en infecciones de órgano/espacio .....	98
Tabla 38. Severidad de infecciones de órgano/espacio según Clavien-Dindo .....	99
Tabla 39. Perfil microbiológico en infecciones de órgano/espacio.....	99
Tabla 40. Calculadora de puntuación ISQ.....	102
Tabla 41. Estratificación de Riesgo según Calculadora de Riesgo de ISQ .....	103

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución e ISQ según Factores Demográficos y Comorbilidades. ....	64
Gráfica 2. Distribución de los procedimientos quirúrgicos colorrectales más frecuentes e Incidencia de ISQ asociada (2023-2024).....	69
Gráfica 3. Distribución de los Tipos de Abordaje Quirúrgico e Incidencia de ISQ.....	70
Gráfica 4. Incidencia global de ISQ (n = 238) .....	71
Gráfica 5. Distribución de los Tipos de ISQ (n=51). .....	72
Gráfica 6. Diagnósticos específicos en pacientes con ISQ.....	73
Gráfica 7. Distribución y comparación del tiempo de aparición de ISQ según tipo (n=51)	74
Gráfica 8. Severidad de las complicaciones postoperatorias en casos de ISQ según la Clasificación de Clavien-Dindo (n=51).....	76
Gráfica 9. Estado de los cultivos microbiológicos y microorganismos más frecuentes aislados en ISQ (n=51).....	78
Gráfica 10. Factores de riesgo asociados a la ISQ en cirugía colorrectal: análisis bivariado mediante OR e IC del 95%. .....	83
Gráfica 11. Matriz de Correlación de Pearson entre variables demográficas, clínicas y la presencia de ISQ.....	84
Gráfica 12. Niveles de Proteína C Reactiva (PCR) al cuarto día postoperatorio: comparación, distribución y rendimiento diagnóstico en la detección de ISQ. ....	87
Gráfica 13. Comparación del rendimiento y las curvas ROC de los algoritmos de Machine Learning evaluados: Random Forest, Gradient Boosting y Regresión Logística.....	89
Gráfica 14. Evaluación detallada del rendimiento del modelo Random Forest optimizado, que incluye la matriz de confusión, métricas de rendimiento (AUC-ROC de 0.766 y accuracy de 0.764), la curva ROC y la curva de precisión-recall.....	90
Gráfica 15. Análisis de la importancia y contribución acumulada de las variables en el modelo predictivo de ISQ (Random Forest).....	92
Gráfica 16. Análisis de calibración y optimización de umbrales del modelo predictivo (Random Forest): distribución de probabilidades, curva de calibración y determinación del punto operativo óptimo.....	94

Gráfica 17. Impacto de la ISQ en la estancia hospitalaria posquirúrgica: análisis comparativo de la mediana y la media, que demuestra una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.0001$ )..... 96

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAIP - Proctocolectomía Total con Anastomosis Ileoanal  
ACS SRC - Calculador de Riesgo Quirúrgico del Colegio Estadounidense de Cirujanos  
AMI - Arteria Mesentérica Inferior  
AMS - Arteria Mesentérica Superior  
ASA - American Society of Anesthesiologists  
ASCRS - Sociedad Americana de Cirujanos de Colon y Recto  
BLEE - Betalactamasas de Espectro Extendido  
CAR - PCR-a-Albúmina  
CDC - Centro para el Control de Enfermedades  
CHG - Clorhexidina Gluconada  
COLA – Puntuación Contaminación, Obesidad, Laparoscopia y Clasificación ASA  
DE - Desviación Estándar  
DM – Diabetes Mellitus  
EDUS - Expediente Digital Unico en Salud  
EII - Enfermedad Inflamatoria Intestinal  
EPOC - Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica  
ERAS - Enhanced Recovery After Surgery  
PCR - Proteína C Reactiva  
ERC - Enfermedad Renal Crónica  
IC - Intervalo de Confianza  
ICG - Indocianina Verde  
IDSA - Sociedad Americana De Enfermedades Infecciosas  
IMC - Índice De Masa Corporal  
ISQ – Infección De Sitio Quirúrgico  
ML - Machine Learning  
MUST - Herramienta Universal De Cribado De Malnutrición  
NN - Red Neuronal Artificial  
NNIS - Sistema Nacional De Vigilancia De Infecciones Nosocomiales  
NRS-2002 - Cribado De Riesgo Nutricional 2002  
OMS - Organización Mundial De La Salud

OR - Odds Ratio  
PAF - Poliposis Adenomatosa Familiar  
PCT - Procalcitonina  
PIM - Preparación Intestinal Mecánica  
RAA - Resección Anterior Alta  
RAB - Resección Anterior Baja  
RAM - Resistencia Antimicrobiana  
RAP – Resección Abdominoperineal  
RF - Random Forest  
RIC - Rango Intercuartílico  
SARM - Staphylococcus Aureus Resistente A Meticilina  
SSI - Surgical Site Infection  
TME - Escisión De Mesorrecto Total  
VRE - Resistencia A Vancomicina  
XGB- Gradient Boosting

## CAPITULO I – INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción

Las ISQ representan una preocupación importante en la cirugía colorrectal, con tasas de incidencia que llegan hasta el 26% según diversos estudios. (1–6) La etiología de las ISQ es multifactorial, involucrando tanto factores inherentes al paciente (como DM, obesidad, inmunosupresión) como factores perioperatorios. (7–11) La administración adecuada de antibióticos profilácticos, el mantenimiento de la normotermia y la hiperoxigenación constituyen una tríada comúnmente aplicada en la práctica clínica para la prevención de ISQ. (12,13) Sin embargo, la eficacia de estas medidas preventivas es variable y no siempre consigue la reducción deseada de la incidencia de ISQ.

Estudios previos han demostrado la influencia de factores como la DM, la necesidad de transfusión sanguínea, el íleo paralítico, y la presencia de abscesos intraabdominales en la incidencia de ISQ después de cirugía colorrectal electiva. (14–17) A su vez, el análisis multivariante en diferentes investigaciones ha relacionado la hemoglobina y la glucosa preoperatorias, junto con la duración de la cirugía, con la aparición de ISQ. (2,4,18–22)

Los gérmenes más comúnmente documentados en las ISQ, según diversas literaturas, incluyen *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterococcus faecalis*. Estos patógenos pueden variar en su resistencia antibiótica y comportamiento epidemiológico, lo que resalta la importancia de un adecuado control microbiológico y el uso racional de antibióticos en la prevención y manejo de estas infecciones. (4,22,23)

A pesar de estos avances, se requiere más investigación para comprender por completo la complejidad de las ISQ en cirugía colorrectal y para identificar estrategias de prevención más efectivas. (6,24) Este estudio se enfoca en analizar el perfil clínico y microbiológico de las ISQ en pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024, con el objetivo de contribuir al conocimiento sobre la prevalencia de las ISQ en este contexto y a identificar los factores de riesgo asociados.

## **1.2 Hipótesis**

¿Cuál es el perfil clínico y microbiológico de las infecciones de sitio quirúrgico en pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024?

## **1.3 Justificación**

Las ISQ representan una de las principales complicaciones tras la cirugía colorrectal, especialmente en pacientes con diagnóstico oncológico, aumentando la morbilidad, prolongando la hospitalización y elevando los costos sanitarios. (25–28) A pesar de los avances en el manejo de infecciones, la falta de datos locales en el Hospital México limita la comprensión de las características clínicas y microbiológicas de estas ISQ y la optimización de las estrategias de prevención, diagnóstico y tratamiento.

Este estudio, centrado en el perfil clínico y microbiológico de las ISQ en pacientes de cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México (2023-2024), busca caracterizar: (1) las características clínicas y quirúrgicas de los pacientes; (2) la incidencia de ISQ; y (3) los microorganismos predominantes y sus patrones de sensibilidad antibiótica a partir del primer cultivo. Este conocimiento detallado permitirá un uso más racional de los antimicrobianos, reducirá el riesgo de resistencia, y mejorará los resultados clínicos. Además, permitirá identificar áreas de oportunidad para implementar prácticas basadas en evidencia, optimizando recursos y mejorando la calidad de atención en esta población.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para generar evidencia local, mejorar los protocolos actuales de manejo y prevención de ISQ, y fortalecer la atención médica, optimizando recursos y mejorando la calidad de vida de los pacientes.

## CAPITULO II - MARCO TEORICO

### 2.1 CIRUGÍA COLORRECTAL ABDOMINAL

#### 2.1.1 Generalidades

La cirugía colorrectal abdominal es un campo fundamental dentro de la cirugía general que aborda una variedad de enfermedades y patologías que afectan el colon y el recto. (29,30) En las últimas décadas, se han dado avances significativos en la técnica y el manejo de estas condiciones, lo que ha permitido una mejor atención al paciente y resultados más favorables. (31,32)

La comprensión detallada de la anatomía y la vascularización del colon y el recto constituye un pilar fundamental en la cirugía colorrectal, con implicaciones directas en la seguridad y eficacia del procedimiento.(33–35) Anatómicamente, el colon se divide en segmentos (ascendente, transverso, descendente, sigmoide) y el recto en sus porciones superior, media e inferior, cada uno con relaciones específicas con estructuras adyacentes como el ligamento de Treitz, el mesocolon y el espacio retrorectal. (35) Este conocimiento orienta la planificación quirúrgica, desde la resección oncológica hasta la preservación funcional.

La vascularización, de origen principalmente en la arteria mesentérica superior (AMS), rama ileocólica, cólica media y derecha; y la arteria mesentérica inferior (AMI), rama cólica izquierda, sigmoideas y rectal superior; forma una red colateral crítica mediante la arcada marginal de Drummond y el arco de Riolan. (36–39) Estas anastomosis garantizan la perfusión tisular durante movilizaciones extensas, siendo su identificación esencial para evitar isquemia postoperatoria. El drenaje venoso, dirigido a través de las venas mesentéricas superior e inferior hacia el sistema portal, no solo influye en la fisiología digestiva, sino que también determina rutas metastásicas en patologías neoplásicas. (29,39,40)

Durante la cirugía, la preservación de vasos clave —como la arteria cólica media en resecciones derechas o la arteria rectal inferior en abordajes pélvicos— minimiza riesgos de necrosis y dehiscencia anastomótica. (29,39,41) Además, el manejo preciso de los márgenes vasculares (ej.: ligadura de la arteria sigmoidea en resecciones anterior baja) optimiza los resultados oncológicos sin comprometer la irrigación residual. (29,34,37) La identificación de variantes anatómicas (ej.: ausencia de arcada marginal en el 15% de los casos) y la protección de nervios autónomos (hipogástricos, plexo pélvico) refuerzan la necesidad de un

dominio anatómico integral para reducir morbilidad y mortalidad. (29,35,39,42) En síntesis, la integración de la anatomía macro y microvascular con técnicas quirúrgicas es determinante en la preservación funcional, la radicalidad oncológica y la prevención de complicaciones.

### 2.1.2 Tipos de herida quirúrgica en cirugía abdominal

Las heridas quirúrgicas, una consecuencia inherente a la cirugía colorrectal, exigen una rigurosa evaluación y estratificación del riesgo infeccioso. (2,26,43) La clasificación de estas heridas, herramienta fundamental para predecir y mitigar el riesgo de ISQ, se fundamenta en el grado de contaminación bacteriana y la integridad del tracto gastrointestinal. (44–47)

En cirugía abdominal y con mayor razón en la colorrectal, la clasificación de heridas quirúrgicas — avalada por guías como las del *Centro para el Control de Enfermedades (CDC)* y la *Sociedad Americana de Cirujanos de Colon y Recto (ASCRS)*— es esencial para estratificar el riesgo de ISQ y guiar el manejo multidisciplinario (48–51)

El sistema distingue cuatro categorías: heridas limpias, limpias-contaminadas, contaminadas y sucias, cada una con implicaciones pronósticas y terapéuticas específicas, se detallan a continuación:

- **Heridas limpias (Tipo I):** originadas en condiciones estériles sin manipulación del tracto gastrointestinal, presentan un riesgo de ISQ <2%, asociado a patógenos cutáneos como *Staphylococcus aureus*. El manejo prioriza el cierre primario y reservando la profilaxis antibiótica para pacientes inmunocomprometidos. (50–52)
- **Heridas limpias-contaminadas (Tipo II):** Implican apertura controlada del colon/recto, exhiben un riesgo de ISQ (5-15%) se vincula a flora entérica mixta (*Escherichia coli*, *Bacteroides* spp.). Estas requieren antibioterapia preoperatoria de espectro adecuado y técnicas de sutura que minimicen el riesgo de dehiscencia anastomótica. (50–53)
- **Heridas contaminadas (Tipo III):** Resultantes de exposición no controlada al contenido intestinal, como en traumatismos penetrantes, resecciones en obstrucción isquémica. El riesgo de ISQ se eleva al 15-30%, con predominio de bacterias gram negativas (*Klebsiella* spp.) y hongos (*Candida* spp.). El tratamiento exigen lavado pulsátil, desbridamiento meticuloso y, en presencia de edema o pérdida tisular significativa, cierre diferido. (50,51,54)

- **Heridas sucias (Tipo IV):** Asociadas a infección activa o necrosis, como en peritonitis por perforación diverticular o gangrena colónica, conllevan un riesgo de ISQ superior al 40%. La etiología polimicrobiana incluye patógenos multirresistentes (*Pseudomonas aeruginosa*) y biopelículas. El manejo requiere desbridamiento quirúrgico agresivo, terapia antibiótica empírica de amplio espectro dirigida por cultivos y, a menudo, una reconstrucción escalonada que puede incluir colostomías y colgajos. (50–52,55)

### 2.1.3 Cirugía Colorrectales abdominales

Las indicaciones quirúrgicas en el ámbito de la cirugía colorrectal pueden presentar variaciones significativas, abarcando desde intervenciones electivas hasta procedimientos de emergencia. (29,56,57) Las patologías más comunes que requieren abordaje quirúrgico incluyen el cáncer colorrectal, la diverticulitis y las enfermedades inflamatorias del intestino, tales como la enfermedad de Crohn y la colitis ulcerosa. Asimismo, situaciones como la obstrucción intestinal y las perforaciones demandan una intervención urgente. (29,58,59) La decisión de proceder con una cirugía colorrectal se fundamenta en criterios clínicos que consideran la gravedad de la enfermedad, la respuesta al tratamiento conservador y la condición general del paciente. (29,56)

La cirugía colorrectal comprende un conjunto de procedimientos técnicamente diferenciados, cada uno con indicaciones anatómicas, abordajes vasculares y objetivos funcionales específicos. (29,39,59) La colectomía derecha, indicada en casos de neoplasias del ciego o colon ascendente, enfermedad inflamatoria intestinal (EII) complicada u obstrucciones mecánicas, requiere la ligadura de la arteria ileocólica y la arteria cólica derecha, rama derecha de la arteria cólica media (ramas de la AMS). (33,42) Este procedimiento, que puede realizarse por vía laparoscópica o abierta, incluye la movilización del colon ascendente, la sección del mesocolon derecho y una anastomosis ileotransversa latero-lateral en la mayoría de casos, preservando la irrigación del colon transversal a través de la arteria cólica media. (29,57,59,60)

En contraste, la colectomía izquierda, utilizada en el tratamiento del cáncer de colon descendente, diverticulitis perforada o megacolon tóxico, se basa en la ligadura de la arteria cólica izquierda, rama de la AMI, así como de las arterias sigmoideas. (29,58–60) La técnica incluye la movilización de la flexura esplénica, la resección del colon descendente y la

anastomosis colorectal, priorizando la preservación de la arcada marginal de Drummond para evitar isquemia en el muñón rectal. (34,35,37) El éxito funcional de este procedimiento radica en la eliminación del tejido patológico y la reducción del riesgo de sepsis en contextos inflamatorios agudos. (34,42)

Para lesiones localizadas, la colectomía segmentaria ofrece una alternativa conservadora, reseca únicamente el segmento afectado. (34,42) La ligadura vascular se limita a las ramas arteriales correspondientes (arteria cólica media para el segmento transversal, sigmoideas para el sigma), seguida de una anastomosis. (33,42) Este enfoque preserva la longitud colónica, lo cual es crucial para pacientes con EII o reservorios intestinales limitados, y reduce el riesgo de síndrome de intestino corto. (34,35,42)

En el ámbito de las urgencias quirúrgicas, la apendicectomía representa un estándar en el manejo de la apendicitis aguda. (29) La ligadura de la arteria apendicular, rama de la arteria ileocólica, se lleva a cabo mediante clips o sutura reabsorbible, seguida de la escisión del apéndice con márgenes libres de necrosis. Su ejecución laparoscópica, con una tasa de éxito superior al 95%, ayuda a prevenir complicaciones como el plastrón apendicular o la peritonitis fecaloide. (29,34,42)

La sigmoidectomía, indicada en casos de diverticulitis recurrente o neoplasias del sigma, implica la ligadura de las arterias sigmoideas y la anastomosis colorectal primaria. (29,34) De manera técnica, la disección del mesocolon sigmoide debe realizarse con cuidado para evitar la lesión del uréter izquierdo y los plexos hipogástricos, mientras que la integridad de la anastomosis depende de la perfusión adecuada del muñón rectal, que se puede evaluar actualmente mediante verde indocianina intraoperatoria. (40,41)

En el contexto de la patología rectal, la resección anterior baja (RAB) con escisión de mesorrecto total (TME) es el estándar oncológico para cánceres rectales medios o bajos. (30,34,61) La ligadura de la arteria rectal superior (rama de la AMI) y la preservación de los nervios autónomos pélvicos son críticas para mantener la función vesical y sexual. (30,31,34,62) La anastomosis coloanal, frecuentemente protegida con una ileostomía temporal, permite conservar la continencia esfinteriana en más del 80% de los casos. (61,62) Para tumores rectales altos, la resección anterior alta (RAA) se limita a la extirpación del recto proximal, con anastomosis colorectal sin necesidad de TME completo. (30,40,58) No obstante, en el caso de neoplasias localmente avanzadas del recto bajo, la resección

abdominoperineal (RAP) sigue siendo indispensable. (30,58) Este procedimiento combina una fase abdominal con TME completo (incluyendo la ligadura de la AMI y la movilización del recto) con una fase perineal (extirpación en bloque del ano y del esfínter externo), requiriendo colostomía terminal definitiva. (40,58)

Finalmente, en pacientes con colitis ulcerosa refractaria o poliposis adenomatosa familiar (PAF), la proctocolectomía total con anastomosis ileoanal (AAIP) ofrece una solución radical. La ligadura de la AMS y AMI, junto con la preservación de la vascularización ileal a través de la arteria ileocólica, permite la creación de un reservorio en J pouch, anastomosado al canal anal. Este enfoque, aunque complejo, evita la ostomía permanente y mantiene la calidad de vida en pacientes jóvenes. (29,49)

#### **2.1.4 Estomas**

Los estomas intestinales son procedimientos quirúrgicos que exteriorizan un segmento del tracto digestivo a la pared abdominal. Representan una intervención fundamental en el manejo de patologías complejas colorrectales, urológicas y oncológicas. Con una incidencia anual estimada en 120,000 casos en Norteamérica y una prevalencia de 450,000 a 800,000 pacientes ostomizados, su creación exige un enfoque técnico riguroso y una comprensión multidisciplinaria de sus implicaciones funcionales y psicosociales. (29,39,40)

Las ostomías se clasifican según dos criterios primarios: ubicación anatómica (colostomía, ileostomía, yeyunostomía) y configuración quirúrgica (terminal o en asa). (63,64)

Las colostomías terminales predominan en contextos definitivos, como en casos de cáncer rectal bajo irreseccable o incontinencia fecal refractaria, mientras que las colostomías en asa se emplean temporalmente para proteger anastomosis distales o descomprimir obstrucciones. (29,63,64) Las ileostomías, en cambio, son frecuentes tras proctocolectomías totales por colitis ulcerosa o poliposis adenomatosa familiar, mientras que las yeyunostomías se reservan para casos de resecciones ileales extensas en enfermedad de Crohn. (29,64)

La preparación preoperatoria es pivotal para minimizar complicaciones. El marcaje del sitio, guiado por el "triángulo del estoma" (espina ilíaca anterosuperior, tubérculo púbico y ombligo), debe evitar pliegues cutáneos, cicatrices o prominencias óseas, priorizando áreas con 5 cm de piel sana periestomal. Por ejemplo, la colectomía, que implica la extracción de

una parte del intestino grueso, puede incluir la creación de un estoma en aquellos casos donde la continuidad intestinal no puede mantenerse. (29,64) Este procedimiento es vital en situaciones donde la salud del paciente lo requiere, pero puede conllevar desafíos significativos en la recuperación. La educación preoperatoria, respaldada por kits de simulación ha demostrado reducir la estancia hospitalaria (de 14 a 8 días en estudios) y mejorar la autonomía del paciente, especialmente en poblaciones vulnerables como adultos mayores o pacientes neurológicos. (29,64)

La colostomía terminal está indicada en casos de cáncer anal recurrente o en situaciones de trauma pélvico devastador. Este procedimiento implica la resección del segmento distal del colon, seguido de la exteriorización del colon proximal, generalmente el sigmoide, a través de un túnel fascial sin tensión. Se evertirán de 1 a 1.5 cm de mucosa para prevenir la retracción. (29,64)

La colostomía en asa temporal implica la creación de un estoma en el abdomen, diseñado para desviar las heces y permitir que el intestino afectado descanse y se recupere adecuadamente. Este procedimiento es susceptible de ser revertido en una intervención posterior, dependiendo de la evolución clínica del paciente y de la recuperación del intestino implicado. La duración del estoma y el proceso de reversión se determinarán de acuerdo con la condición clínica del paciente y su respuesta al tratamiento recibido. (29,30,64)

La ileostomía en asa temporal se utiliza en anastomosis colorectal de alto riesgo, como es el caso de una resección anterior baja. En este procedimiento, se exterioriza un asa ileal y se realiza una apertura antimesentérica. La eversión mucosa-cutánea, realizada con sutura reabsorbible, garantiza la formación de un espolón funcional, mientras que se verifica la irrigación adecuada para asegurar la perfusión. (29,64)

La ileostomía terminal es un procedimiento quirúrgico donde se exterioriza el extremo distal del íleon a través de la pared abdominal, creando un estoma. Se realiza tras la resección del colon y el recto, derivando el flujo intestinal directamente al exterior. (29,64) Aunque puede ser un paso temporal en ciertas reconstrucciones, en otros casos representa una solución permanente para el manejo de diversas patologías, como la colitis ulcerosa o la PAF, cuando la restauración de la continuidad intestinal no es viable. Este tipo a estoma es un componente esencial de la AAIP. Tras la ligadura de la arteria mesentérica inferior, se preserva la arcada ileocólica para asegurar la vascularización del reservorio en forma de J, el cual se anastomosa

al canal anal. Este enfoque, aunque complejo, tiene la capacidad de prevenir la necesidad de una ostomía permanente en aproximadamente el 80% de los pacientes diagnosticados con colitis ulcerosa.(29,56,64)

La creación y el manejo de estomas son aspectos críticos de la cirugía colorrectal que requieren atención y planificación meticulosa. Un estoma puede tener un impacto significativo en la vida diaria del paciente, afectando su higiene, alimentación y actividades sociales. Por lo tanto, es esencial que el equipo médico proporcione educación y apoyo adecuados a los pacientes que se someten a este tipo de procedimientos. (29,64)

### 2.1.5 Tipo de abordaje quirúrgico

Un aspecto significativo a considerar es la comparación entre cirugía laparoscópica y cirugía abierta en el ámbito colorrectal. La cirugía laparoscópica se ha establecido como el estándar de atención en numerosos procedimientos electivos debido a sus notables ventajas. (57) Estas ventajas incluyen:

- **Menor dolor postoperatorio:** Los pacientes a menudo experimentan un nivel de malestar significativamente menor tras la cirugía laparoscópica en comparación con la cirugía abierta. Este fenómeno se atribuye a menor invasión en la técnica, lo que puede resultar en una mejor calidad de vida durante el proceso de recuperación y en una disminución en la necesidad de analgésicos potentes.(60,65)
- **Recuperación más rápida:** La cirugía laparoscópica generalmente permite a los pacientes reanudar sus actividades cotidianas con mayor prontitud. Esto no solo contribuye a una menor interrupción en la vida diaria, sino que también puede facilitar un retorno más rápido al trabajo y a las actividades sociales, lo cual es crucial para el bienestar emocional del paciente. (57,60,65)
- **Estancias hospitalarias más cortas:** Gracias a que es un procedimiento menos invasivo, muchos pacientes pueden ser dados de alta del hospital antes. Esto no solo reduce los costos hospitalarios, sino que también disminuye el riesgo de complicaciones asociadas con una hospitalización prolongada, tales como infecciones nosocomiales y complicaciones cardiovasculares.(59,60)
- **Disminución de sitios quirúrgicos:** La laparoscopia permite realizar la intervención a través de pequeñas incisiones, lo que no solo reduce el trauma físico, sino que también

minimiza la cantidad de sitios quirúrgicos. Esto resulta beneficioso, ya que se traduce en menos cicatrices, un menor riesgo de infecciones en las incisiones y un tiempo de recuperación aún más breve.(66–68)

No obstante, es fundamental resaltar que no todos los pacientes son candidatos para técnicas laparoscópicas. (60) Existen consideraciones críticas que deben ser evaluadas para asegurar la seguridad y efectividad del procedimiento, tales como:

- **Anatomía del paciente:** Algunas variaciones anatómicas pueden complicar el acceso laparoscópico, haciendo que la cirugía abierta sea una opción más segura y efectiva. Por ejemplo, pacientes con antecedentes de cirugía abdominal previa pueden presentar adherencias que dificulten el acceso laparoscópico.(34,57,59)
- **Morfología de la enfermedad:** La naturaleza y el estadio de la enfermedad colorrectal pueden influir en la decisión sobre qué tipo de cirugía es más apropiada. En casos avanzados o con características específicas del tumor, puede ser necesaria la cirugía abierta para lograr un margen adecuado de resección.
- **Experiencia del cirujano:** La habilidad y la experiencia del cirujano en técnicas laparoscópicas son factores críticos; un cirujano experimentado puede proporcionar resultados superiores y minimizar riesgos. La formación específica y la práctica en el uso de equipos laparoscópicos son esenciales para el éxito del procedimiento.(59,60)

En resumen, la cirugía colorrectal es un campo dinámico que requiere un conocimiento detallado de la anatomía, las indicaciones quirúrgicas y las técnicas operativas. Comprender los principios de la cirugía colorrectal abdominal es esencial para cualquier cirujano en este ámbito, así como para el equipo de atención médica que participa en la continuación del cuidado del paciente postoperatorio.

## 2.2 INFECCIONES DEL SITIO QUIRÚRGICO

Las ISQ representan una de las complicaciones más frecuentes, complejas y que generan mayor impacto en la práctica quirúrgica moderna, especialmente en el ámbito de la cirugía colorrectal. Su relevancia proviene no solo de la alta incidencia y las implicaciones clínicas directas, sino también por el enorme costo económico, los efectos adversos en la recuperación del paciente y las implicaciones psicosociales. (69,70) La comprensión exhaustiva de estos eventos, que abarca desde su fisiopatología y clasificación hasta las estrategias eficaces de

prevención, resulta esencial para quienes ejercen en el campo de la cirugía, con el objetivo de reducir su incidencia, mejorar la calidad asistencial y optimizar los resultados. (71) Una investigación nacional de tipo transversal realizada recientemente en China que incluyó a 1046 pacientes sometidos a cirugía colorectal, reportó una incidencia general de ISQ del 7.1%. (4)

### 2.2.1 Concepto y Clasificación de las ISQ

Las ISQ son definidas por entidades internacionales, como el CDC y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como aquellas infecciones que se desarrollan en el sitio de la intervención quirúrgica, dentro de un período que generalmente no excede los 30 días postoperatorios o 1 año si en la cirugía se emplean implantes o material protésico. (50,51) La clasificación más aceptada para estas infecciones se realiza en función del grado de compromiso tisular y la profundidad del proceso infeccioso. (50) De acuerdo con los criterios clínico-patológicos, se distinguen tres categorías principales:

- **ISQ superficial:** Afecta únicamente piel y tejido subcutáneo en la zona de la incisión quirúrgica. Representa aproximadamente entre el 50% y el 70% de todas las ISQ y, aunque en general tienen menor gravedad, pueden complicarse en presencia de pacientes con comorbilidades o inmunosupresión. (50,51)
- **ISQ profunda:** Abarca fascia y músculo, pudiendo extenderse hacia la pared abdominal profunda, afectando la cicatrización y facilitando la entrada de patógenos hacia cavidades internas. Estas infecciones suelen requerir intervención quirúrgica adicional, drenajes y prolongación del tratamiento antibiótico. (50,51)
- **ISQ de órgano o espacio:** La forma más severa en términos de morbilidad, que involucra cavidades y órganos manipulados durante la cirugía, como la cavidad peritoneal, las anastomosis, y órganos internos, especialmente en resecciones del colon y recto. Estas infecciones pueden producir abscesos, perforaciones, peritonitis y cursos clínicos potencialmente fatales. (50,51)

El diagnóstico clínico requiere además del manejo habitual una evaluación rigurosa, que combina signos y síntomas, análisis microbiológico y pruebas de imagen (por ejemplo, tomografía computarizada o resonancia magnética). La identificación precisa del tipo de infección es clave para definir el tratamiento adecuado y predecir la evolución clínica.

### **2.2.2 Epidemiología y prevalencia en ISQ en Cirugía Colorrectal**

El análisis epidemiológico revela que las ISQ en cirugía colorrectal constituyen una de las complicaciones más frecuentes y costosas, con tasas que varían significativamente según el contexto clínico, el nivel de recursos del centro hospitalario y las características del paciente. La literatura internacional reporta que en procedimientos electivos, como las resecciones oncológicas, la incidencia de ISQ oscila entre el 8% y el 15%; en tanto, en escenarios de urgencia, estas tasas pueden llegar hasta el 35%, sobre todo en casos con perforación, obstrucción severa o traumatismos. (50,72,73)

A nivel mundial, múltiples estudios establecen que la incidencia de ISQ en cirugía colorrectal se encuentra aproximadamente entre un rango del 8% hasta un 20%. (4,45,46) Sin embargo, en países en vías de desarrollo, en donde las condiciones de higiene, los recursos económicos, y la adherencia a protocolos de prevención son variables, estas tasas alcanzan cifras superiores, que superan en algunos casos el 30%. (4,12) La heterogeneidad también se explica por las características del procedimiento: las resecciones rectales con anastomosis, la intervención en pacientes con comorbilidades como DM u obesidad, y los cirugías de urgencia presentan mayor predisposición a desarrollarlas.(4,15)

Uno de los aspectos que más impacto tiene en la morbilidad es la dehiscencia de la anastomosis, un evento frecuente que se relaciona estrechamente con la aparición de ISQ.(74)

Se estima que aproximadamente entre el 7% y el 15% de las resecciones colorrectales presentan dehiscencia anastomótica, una complicación clínica grave. (4,41,74) La dehiscencia de la anastomosis se define como la separación parcial o total de los bordes de la sutura intestinal, lo que resulta en la apertura de la unión y en la exposición del contenido luminal al espacio peritoneal. Esta condición no solo favorece la formación de infecciones intraabdominales y abscesos, sino que también incrementa la morbimortalidad, al extender el proceso infeccioso y facilitar la colonización microbiana en los tejidos circundantes. (4,41,54,74)

La relación entre la dehiscencia anastomótica y las ISQ es bidireccional y compleja. La presencia de una dehiscencia brinda un portal de entrada para bacterias endógenas, principalmente las que forman parte de la microbiota intestinal, como *Escherichia coli*, *Bacteroides fragilis*, y otras especies anaerobias y aerobias, que pueden proliferar, generar

inflamación y producir infecciones locales o generalizadas. (75–77) En contra, las infecciones del sitio quirúrgico, en particular las profundas y de órgano/espacio, predisponen a una mayor tasa de dehiscencia, formando un círculo vicioso que complica la recuperación del paciente y aumenta el riesgo de mortalidad. (72,78,79)

Estudios multicéntricos muestran que en pacientes con dehiscencia anastomótica, las tasas de ISQ pueden llegar a ser superiores al 30-40%, frente a menos del 10% en aquellos con una anastomosis íntegra. (4,15) La incidencia de esta complicación varía también según la localización del tumor, la técnica quirúrgica, la experiencia del cirujano y las condiciones del paciente, como presencia de comorbilidades, estado inmunológico, grado de infección preoperatoria y características del tejido residual. Es importante destacar que la dehiscencia puede manifestarse clínicamente con fiebre, dolor abdominal, signos de sepsis, vómitos y, en algunos casos, puede pasar desapercibida en fases iniciales, por lo que la vigilancia clínica, laboratorios séricos y el uso de estudios de imagen, como la tomografía computarizada, son fundamentales para su detección temprana. (41,74)

El impacto de la dehiscencia anastomótica en la incidencia de ISQ y en la recuperación del paciente se traduce en un incremento sustancial en la morbilidad general, la prolongación de la estancia hospitalaria, la necesidad de reintervenciones, y en algunos casos, en una elevada mortalidad que puede llegar hasta el 20%. (15,74) Además, estos eventos aumentan los costos del tratamiento, generan secuelas físicas y psicológicas en el paciente, y afectan la calidad de vida a largo plazo. Por ello, la prevención de la dehiscencia y de las infecciones relacionadas constituye un objetivo prioritario en la cirugía colorrectal moderna. (25,69,80)

Las estrategias para reducir la incidencia de dehiscencia y, en consecuencia, de ISQ, incluyen una adecuada selección de pacientes, un manejo perioperatorio cuidadoso, técnicas quirúrgicas precisas que garantizan la integridad de la sutura y de la anastomosis, así como el control de los factores de riesgo modificables, como la corrección de la infección preoperatoria, el control glucémico en diabéticos y la optimización del estado nutricional. La implementación de protocolos de prevención, basados en evidencia, ha demostrado disminuir de manera significativa las tasas de estos eventos, contribuyendo a mejorar los resultados clínicos y económicos en cirugía colorrectal, los cuales se desarrollaran con más detalles más adelante. (12,81,82)

## **2.3 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A ISQ**

El fenómeno de las ISQ en el contexto de la cirugía colorrectal representa un área de profunda relevancia en la práctica médica contemporánea, dada su incidencia y el espectro de complicaciones asociadas que impactan significativamente la morbilidad y mortalidad de los pacientes. (45) Definidas como infecciones que ocurren en la incisión o en espacios profundos adyacentes al sitio quirúrgico dentro de los 30 días posteriores al procedimiento (o hasta un año si se ha implantado un dispositivo), las ISQ constituyen una complicación postoperatoria sustancial. (50) La cirugía colorrectal, por su propia naturaleza y exposición al microbiota intestinal, presenta un riesgo intrínsecamente elevado de ISQ, lo que exige un análisis exhaustivo y estratificado de los factores de riesgo involucrados. (15)

Un entendimiento integral de estos factores, que pueden clasificarse en preoperatorios, intraoperatorios y postoperatorios, es esencial para implementar estrategias preventivas efectivas y optimizar los resultados clínicos. (44,83) La tasa de ISQ emerge como un indicador crítico de la calidad de la atención perioperatoria, y su monitoreo y mitigación son fundamentales para los equipos quirúrgicos. Evidencia reciente destaca la gravedad de las ISQ en cirugía colorrectal, particularmente en lo que respecta a la dehiscencia anastomótica, señalando que estas complicaciones contribuyen significativamente a la morbilidad y mortalidad postoperatorias. (84) Este reconocimiento subraya la necesidad imperante de un manejo proactivo de los factores de riesgo asociados a las ISQ, que a menudo se derivan de la técnica quirúrgica, la perfusión tisular y las condiciones preexistentes del paciente.

### **2.3.1 Factores de Riesgo Preoperatorios**

La identificación y modulación de los factores de riesgo preoperatorios son cruciales para mitigar el riesgo de ISQ. Entre estos, la edad avanzada se ha establecido como un predictor significativo de complicaciones postquirúrgicas, lo que se atribuye a la declinación gradual de la función inmunológica y a la mayor prevalencia de comorbilidades en esta población. Estudios epidemiológicos han demostrado una correlación positiva entre la edad y la susceptibilidad a infecciones postoperatorias, lo que exige una evaluación geriátrica integral y la optimización de las condiciones preexistentes antes de la intervención quirúrgica. (85,86) La presencia de comorbilidades, tales como la DM, la obesidad, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y las cardiopatías, ejerce un impacto sustancial en el riesgo de

ISQ tras la cirugía colorrectal. (24,87–90) La DM, en particular, afecta adversamente la cicatrización de heridas y compromete la función de los neutrófilos, lo que dificulta la capacidad del organismo para combatir infecciones. (87,91) La obesidad, caracterizada por la inflamación crónica de bajo grado y la disfunción adipocitaria, también contribuye a la disfunción inmunológica y a la alteración de la perfusión tisular, lo que aumenta el riesgo de ISQ. (92,93) La inmunosupresión, ya sea inducida por medicamentos o causada por enfermedades subyacentes, compromete aún más la capacidad del sistema inmunitario para responder a la agresión quirúrgica y controlar la proliferación bacteriana en el sitio de la incisión. (8,94) Asimismo, la EPOC se ha asociado con un mayor riesgo de complicaciones postoperatorias, incluyendo ISQ, debido a la disfunción pulmonar, la hipoxemia y la inflamación sistémica. (5)

En adición a estas comorbilidades, las cardiopatías preexistentes, incluyendo la hipertensión, la enfermedad coronaria y la insuficiencia cardíaca, pueden comprometer la perfusión tisular y la oxigenación, resultando en una cicatrización deficiente y una mayor susceptibilidad a la infección. La hipertensión no controlada puede contribuir a la disfunción endotelial y al daño microvascular, deteriorando la perfusión tisular y elevando el riesgo de ISQ. En este sentido, un manejo adecuado de los factores de riesgo cardiovascular, como el control de la presión arterial, la optimización de la función cardíaca y la administración perioperatoria de betabloqueantes, podría mitigar el riesgo de ISQ en esta población. (89,95,96)

El estado nutricional del paciente es otro factor determinante en la patogénesis de las ISQ. La hipoalbuminemia, un indicador de desnutrición, compromete la función inmune y el proceso de cicatrización de heridas, lo que aumenta la susceptibilidad a infecciones. La intervención nutricional preoperatoria, que incluye la administración de suplementos nutricionales y la optimización de la ingesta proteica, puede mejorar la función inmunológica y reducir el riesgo de ISQ en pacientes malnutridos. (16,18,97,98)

La terapia inmunosupresora, utilizada en el tratamiento de enfermedades autoinmunes y trasplantes de órganos, puede comprometer la función inmunológica y aumentar el riesgo de ISQ. La modulación de la terapia inmunosupresora en el período perioperatorio, en consulta con el especialista correspondiente, puede ser necesaria para minimizar el riesgo de infección sin comprometer el control de la enfermedad subyacente. (4,8,15,98)

Finalmente, la clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists) Score ha sido consistentemente identificada como un factor de riesgo preoperatorio significativo. Un puntaje ASA elevado (mayor a 3) indica que el paciente presenta una o más comorbilidades sistémicas severas, lo cual incrementa la vulnerabilidad a complicaciones postoperatorias, incluidas las ISQ. Este puntaje refleja la carga fisiológica del paciente y su capacidad para tolerar el estrés quirúrgico, subrayando la importancia de una evaluación preanestésica exhaustiva y una optimización de las condiciones médicas antes de la intervención.(45,99,100)

### **2.3.2 Factores de Riesgo Intraoperatorios**

La optimización de los factores intraoperatorios es esencial para minimizar el riesgo de ISQ. La duración de la cirugía se ha asociado consistentemente con un mayor riesgo de infección, debido a la exposición prolongada del tejido a posibles fuentes de contaminación y al estrés fisiológico impuesto al paciente. La optimización de la técnica quirúrgica, la utilización de protocolos de manejo de tiempo y la minimización de la pérdida de sangre pueden contribuir a reducir la duración del procedimiento y, por ende, el riesgo de ISQ. (32,60,101)

El tipo de procedimiento realizado también influye en el riesgo de ISQ. La cirugía de emergencia, en comparación con la cirugía electiva, se asocia con un mayor riesgo de infección debido a la falta de tiempo para la optimización preoperatoria y a la mayor probabilidad de contaminación intraoperatoria. (12,24) En cuanto a la técnica quirúrgica, se ha demostrado que la cirugía laparoscópica disminuye significativamente el riesgo de ISQ en comparación con la cirugía abierta. La menor manipulación de los tejidos, las incisiones más pequeñas y la reducción de la exposición a la cavidad abdominal en la laparoscopia contribuyen a este efecto protector. (24,60,102,103) Estudios han demostrado que técnicas laparoscópicas o robóticas y la aplicación de cortinas adhesivas en las incisiones puede reducir significativamente las tasas de ISQ, destacando la importancia de minimizar la contaminación bacteriana durante la cirugía. (24,32,56) Además, la resección, en comparación con los procedimientos no resectivos, puede incrementar el riesgo de ISQ debido a la alteración de la barrera intestinal y al mayor riesgo de fuga anastomótica. (56,60,103)

La formación de un estoma también se ha identificado como un factor de riesgo significativo para las ISQ. (64) La manipulación intestinal y la exteriorización del intestino durante la creación del estoma pueden aumentar el riesgo de contaminación bacteriana y, por lo tanto, de infección. El riesgo de ISQ es particularmente elevado en estomas terminales debido a la discontinuidad de la barrera intestinal y a la exposición directa del contenido intestinal al ambiente externo. En casos donde se considera necesaria la formación de un estoma, es imperativo emplear técnicas meticulosas de asepsia y considerar estrategias para minimizar la contaminación fecal. (54,63,64)

La contaminación fecal durante el procedimiento quirúrgico es un factor de riesgo crítico para las ISQ. La preparación intestinal preoperatoria, que incluye la administración de antibióticos orales y el lavado intestinal mecánico, puede reducir la carga bacteriana en el colon y minimizar el riesgo de contaminación intraoperatoria. La irrigación intraoperatoria del campo quirúrgico con soluciones antimicrobianas también puede contribuir a reducir la contaminación bacteriana.(24,104–106)

Las transfusiones sanguíneas en el intraoperatorio se han asociado con un mayor riesgo de ISQ debido a sus efectos inmunomoduladores. La minimización de la pérdida de sangre intraoperatoria, la utilización de técnicas de ahorro de sangre y la administración juiciosa de transfusiones pueden reducir el riesgo de ISQ en pacientes sometidos a cirugía colorrectal. (24,78,90)

### **2.3.3 Factores de Riesgo Postoperatorios**

El manejo adecuado de los factores postoperatorios es fundamental para prevenir el desarrollo de ISQ. Las fugas anastomóticas son una complicación seria que puede conducir a la contaminación del sitio quirúrgico y al desarrollo de ISQ. La detección temprana y el manejo agresivo de las fugas anastomóticas, que pueden incluir el drenaje percutáneo o la reintervención quirúrgica, son esenciales para prevenir la progresión a ISQ. (24,55)

El íleo paralítico, una disfunción intestinal postoperatoria caracterizada por la disminución o ausencia de peristalsis, puede contribuir al desarrollo de ISQ debido a la acumulación de fluidos y bacterias en el intestino. El manejo del íleo paralítico, que incluye la restricción de la ingesta oral, la administración de medicamentos procinéticos y la aspiración nasogástrica, puede mejorar la función intestinal y reducir el riesgo de ISQ. (16,24,55,75)

El uso de drenajes postoperatorios es una práctica común en cirugía colorrectal, pero su relación con la prevención de ISQ es controvertida. Si bien los drenajes pueden prevenir la acumulación de fluidos y algunos casos pueden llegar a facilitar la detección temprana de fugas anastomóticas, también pueden actuar como una vía de entrada para bacterias y aumentar el riesgo de infección. La decisión de utilizar drenajes postoperatorios debe basarse en una evaluación individualizada de los riesgos y beneficios en cada paciente. (24,72)

## **2.4 MICROBIOLOGÍA DE LAS ISQ EN CIRUGÍA COLORRECTAL**

Las ISQ en cirugía colorrectal representan una complicación postoperatoria prevalente, con una incidencia global estimada entre el 5% y el 30%, según factores geográficos, comorbilidades y prácticas quirúrgicas. (2,26,77) Su relevancia clínica radica no solo en el aumento de la morbilidad y mortalidad, sino también en los costos asociados, que pueden superar los USD 40,000 por caso en contextos de resistencia antimicrobiana (RAM). (21,76,80) Este capítulo aborda la microbiología subyacente, enfatizando la interacción entre patógenos, mecanismos de resistencia y estrategias terapéuticas, con el objetivo de fundamentar protocolos basados en evidencia para la prevención y el manejo integral.

### **2.4.1 Microorganismos Predominantes en las ISQ Colorrectales**

La microbiota intestinal, con una densidad aproximada de  $10^{14}$  unidades formadoras de colonias por gramo, constituye el reservorio principal de patógenos en las ISQ. (76,107) Durante la cirugía colorrectal, la disrupción de la barrera anatómica intestinal facilita la translocación de microorganismos hacia tejidos estériles, desencadenando procesos infecciosos de etiología polimicrobiana en el 40% de los casos. (4,88,101) Entre los patógenos más relevantes destacan las bacterias Gram negativas, como *Escherichia coli*, responsable del 30% al 50% de los aislamientos, cuya patogenicidad se asocia a factores de virulencia como las fimbrias tipo P y las toxinas Shiga. (2,4,26) Estudios recientes en México reportan que el 70% de las cepas de *E. coli* aisladas en ISQ son productoras de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), lo que limita drásticamente las opciones terapéuticas. (108,109)

La *Klebsiella pneumoniae*, un patógeno encapsulado con afinidad por tejidos isquémicos, muestra una creciente prevalencia de resistencia a carbapenémicos en América Latina, particularmente mediada por la enzima NDM-1.(110,111)

Entre las bacterias Gram positivas, *Enterococcus faecalis* destaca por su participación en infecciones polimicrobianas, donde el 40% de las cepas en unidades de cuidados intensivos presentan resistencia a vancomicina (VRE). (21,112,113) *Staphylococcus aureus*, y en particular su forma resistente a meticilina (SARM), aunque menos frecuente, también contribuye a las ISQ colorrectales. Un estudio multicéntrico encontró que el SARM fue responsable de aproximadamente el 0.9% de las ISQ después de resecciones colorrectales, y la mayoría de estos casos ocurrieron en pacientes que no eran portadores conocidos de SARM antes de la cirugía. Este hallazgo sugiere que factores postoperatorios pueden jugar un papel importante en la adquisición de estas infecciones. (114)

#### **2.4.2 Resistencia Antimicrobiana**

La RAM emerge como un desafío multifactorial en la cirugía colorrectal abdominal, influenciada por el uso excesivo de profilaxis antibiótica, técnicas quirúrgicas subóptimas y comorbilidades preexistentes. Este fenómeno se ve exacerbado por la naturaleza de las cirugías colorrectales, donde la apertura de órganos viscerales como el colon y el recto incrementa el riesgo de contaminación fecal y translocación bacteriana, contribuyendo a infecciones postoperatorias. (115)

Un mecanismo predominante de RAM en ISQ es la producción de BLEE por Enterobacteriaceae, que confieren resistencia a cefalosporinas de tercera generación. Asimismo, se ha documentado un aumento en la prevalencia de carbapenemasas como KPC y NDM, lo cual es particularmente preocupante debido a su asociación con altas tasas de mortalidad en infecciones intraabdominales por *Pseudomonas aeruginosa*. (21,115)

Las infecciones por bacterias RAM no solo impactan la salud del paciente, aumentando el riesgo de mortalidad en comparación con cepas sensibles, sino que también imponen una carga económica significativa. El manejo de un paciente con ISQ por *Klebsiella* BLEE positivo, por ejemplo, implica costos elevados debido a la prolongación de la estancia hospitalaria y la necesidad de intervenciones adicionales, como cirugías de revisión y soporte en unidades de cuidados intensivos. En este contexto, la implementación de estrategias para

la prevención de ISQ y el control de la RAM se vuelve esencial para mejorar los resultados clínicos y reducir los costos asociados a la atención médica en cirugía colorrectal abdominal. (77,115)

### **2.4.3 Implicaciones para el Manejo Clínico y Profilaxis**

Ante la complejidad microbiológica de las ISQ, el abordaje clínico exige un equilibrio entre innovación diagnóstica y prudencia terapéutica. (116) La vigilancia epidemiológica activa, mediante cultivos intraoperatorios sistemáticos y técnicas moleculares como la PCR multiplex, permite identificar genes críticos de resistencia (*blaCTX-M*, *vanA*) en menos de seis horas, optimizando la respuesta terapéutica. (116) Adicionalmente, la implementación de protocolos de cuidado perioperatorio basados en las recomendaciones de la protocolos ERAS puede mejorar significativamente los resultados clínicos y reducir la incidencia de ISQ. (24) En regiones con alta endemicidad de BLEE (>15%), esquemas de profilaxis adaptados, como la combinación de ceftriaxona y metronidazol ajustada al índice de masa corporal, han demostrado reducir la incidencia de ISQ en un 40%, siempre que se limite su duración a 24 horas postoperatorias para minimizar la presión selectiva. (53,117)

En el ámbito terapéutico, la estrategia de escalación, iniciando con betalactámicos/inhibidores de betalactamasas (ej: piperacilina/tazobactam) y reservando alternativas como ceftazidima/avibactam para casos con sospecha de carbapenemasas; no solo preserva la eficacia de antimicrobianos clave, sino que se alinea con las recomendaciones actuales de la Sociedad Americana de Enfermedades Infecciosas (IDSA). (116) Para infecciones polimicrobianas, protocolos basados en combinaciones sinérgicas (meropenem + amikacina + linezolid) logran tasas de éxito del 70%, siempre que se respalden en un seguimiento microbiológico continuo. (116)

La microbiología de las ISQ en cirugía colorrectal refleja una dinámica compleja, donde los avances tecnológicos y la adaptación microbiana coexisten en un equilibrio frágil. (76) Aunque innovaciones como la secuenciación metagenómica ofrecen conocimientos sin precedentes sobre la diversidad bacteriana intraoperatoria, su potencial solo se materializará mediante políticas robustas de gestión antimicrobiana, que integren educación comunitaria, regulación de dispensación e investigación traslacional también señalan la creciente

importancia de comprender la interacción entre la microbiota intestinal y los resultados de la cirugía colorrectal. (21,76)

En el horizonte próximo, la exploración de la microbiota comensal como barrera biológica —mediante probióticos como *Lactobacillus rhamnosus GG* o trasplantes fecales— y el desarrollo de antimicrobianos de espectro ultrarreducido prometen redefinir el manejo de las ISQ. (76)

## **2.5 PREVENCIÓN DE ISQ EN CIRUGÍA COLORRECTAL**

Las ISQ representan una de las complicaciones más relevantes en la cirugía colorrectal dependiendo de factores como la técnica quirúrgica, las comorbilidades del paciente y la adherencia a protocolos preventivos. Su impacto no solo se traduce en un incremento del 20% en la mortalidad postoperatoria, sino también en costos hospitalarios elevados y prolongación de la estancia médica, lo que subraya la necesidad de abordajes multidisciplinarios para su prevención (49). Este capítulo, estructurado bajo los principios del programa ERAS, analiza estrategias validadas científicamente para reducir las ISQ, integrando innovaciones técnicas, farmacológicas y de monitorización que priorizan la seguridad del paciente y la eficiencia clínica. (24,49)

### **2.5.1 Medidas Preventivas Preoperatorias**

La fase preoperatoria de optimización del paciente, tal como se consolida en las guías ERAS para cirugía colorrectal, se apoya en una tríada que se alimenta mutuamente y cuyo objetivo es modular la vulnerabilidad fisiológica que antecede a la intervención, reduciendo la morbilidad y acelerando la recuperación. (24,88,118) En este marco, la evaluación nutricional se erige como un pilar decisivo: mediante herramientas validadas como Cribado de Riesgo Nutricional 2002 (sus siglas en inglés NRS-2002) y Herramienta Universal de Cribado de Malnutrición (sus siglas en inglés MUST) es posible identificar a pacientes en riesgo de malnutrición de manera temprana, lo que facilita la implementación de estrategias de soporte metabólico personalizadas. (24,29,98,119) Cuando la albúmina plasmática es menor de 3.5 g/dL, se recomienda, junto con el ajuste dietético, una suplementación hiperproteica e inmunomoduladora que incluye arginina 30 g/día y ácidos grasos  $\omega$ -3 2 g/día. (24,29,74,98) Esta intervención no solo busca corregir un estado nutricional deficiente, sino

que pretende modular la respuesta inflamatoria y favorecer la cicatrización de la herida, componentes determinantes para disminuir la vulnerabilidad posquirúrgica. (41,74,120) En poblaciones con desnutrición, la evidencia ha mostrado que la aplicación de este régimen puede reducir de forma notable el riesgo relativo de ISQ, complicaciones y quimioterapia en torno a un 45%, porcentaje que varía con la severidad de la malnutrición y la adherencia al protocolo. (20,24) Aunque este porcentaje no es universal, subraya la necesidad de incorporar una evaluación nutricional rigurosa y de activar intervenciones hiperproteicas e inmunomoduladoras cuando existan marcadores de desnutrición, con el fin de mejorar desenlaces perioperatorios. (24,98,120,121)

Paralelamente, el control glucémico estrictamente mantenido en un rango de 80-180 mg/dL durante el periodo preoperatorio se integra como un factor crítico para evitar la hiperglucemia perioperatoria, fenómeno asociado a un incremento de complicaciones infecciosas. La monitorización continua y el ajuste de la insulino terapia basal permiten detectar variaciones en tiempo real y evitar picos que comprometen la función inmunitaria y la integridad de la barrera tisular. En múltiples contextos quirúrgicos, la adherencia a este objetivo metabólico se ha asociado a reducciones relativas de complicaciones infecciosas de aproximadamente un 30% cuando se alcanza de forma sostenida la ventana objetivo, aunque los beneficios dependen de la implementación de protocolos estandarizados y de la coordinación entre equipos de anestesia, nutrición y cuidados intensivos. (20,49)

La combinación de preparación intestinal mecánica (PIM) con antibióticos orales no absorbibles (p. ej., neomicina 1 g + metronidazol 500 mg) sigue siendo un estándar en cirugía electiva; una revisión sistemática evidencia que este enfoque reduce la carga bacteriana colónica de  $10^9$  a  $10^3$  UFC/g y disminuye las ISQ del 19% al 9%, aunque su aplicación debe individualizarse, ya que en cirugías de urgencia o pacientes con obstrucción la PIM aumenta el riesgo de aspiración pulmonar, favoreciendo alternativas como la irrigación intraoperatoria; la preparación intestinal, otra pieza clave del preoperatorio, busca reducir la carga bacteriana y la incidencia de ISQ, y el régimen de descontaminación combinada que incluye 4 litros de polietilenglicol junto con antibióticos orales (neomicina 1 g y metronidazol 500 mg) y una profilaxis intravenosa (cefazolina 2 g más metronidazol 500 mg) administrada 60 minutos antes de la incisión ha mostrado efectos significativos en la reducción de la carga microbiana y de las complicaciones infecciosas, de modo que, en la evidencia reciente, la

descontaminación intestinal asociada a profilaxis antibiótica se ha vinculado a una disminución de aproximadamente el 50% de las ISQ en comparación con estrategias menos intensivas, respaldando su inclusión en paquetes ERAS para cirugía colorrectal electiva; este impacto se refuerza al considerar que la reducción de la carga bacteriana contribuye a una menor colonización del sitio quirúrgico y, en consecuencia, a una menor incidencia de infecciones y complicaciones. (24,49,68,84)

En este contexto, no se puede lograr el mejor resultado de las intervenciones si no se trata un factor de riesgo que, muchas veces, se pasa por alto en las consultas antes de la cirugía: el tabaquismo. (122) Fumar se asocia de forma consistente con mayor morbilidad perioperatoria, especialmente en el dominio respiratorio y en la curación de la herida. La nicotina y la vasoconstricción inducida por el tabaco deterioran la microcirculación y la oxigenación tisular, lo que se traduce en mayor riesgo de complicaciones pulmonares, infecciones de herida y retrasos en la cicatrización. Las guías ERAS 2025 reconocen explícitamente la cesación tabáquica como una pieza fundamental de la optimización preoperatoria y recomiendan, cuando es posible, posponer la intervención para permitir un cese suficiente que maximice los beneficios. En la práctica, se ha observado que un cese de fumar de al menos cuatro semanas antes de la cirugía se asocia a reducciones significativas en complicaciones pulmonares y en tasas de infección de la herida, con beneficios que se potencian cuando la cesación se acompaña de apoyo educativo, farmacológico cuando corresponde y seguimiento multidisciplinario durante el periodo de abstinencia. Por lo tanto, la inclusión de una evaluación del tabaquismo y de un plan de cesación dentro del protocolo preoperatorio no constituye una medida de salud pública aislada, sino una estrategia activa de optimización perioperatoria que modula la ventilación, la perfusión y la función inmunitaria, contribuyendo a una recuperación más rápida y segura. (24,83,122)

En síntesis, las reducciones relativas de complicaciones infecciosas entre 30% y 45% en subgrupos de malnutridos y una disminución cercana al 50% de ISQ cuando se aplica la descontaminación intestinal y la profilaxis correspondiente, sustentan la viabilidad de incorporar estas estrategias en rutas preoperatorias estandarizadas. (24,123) La variable fumado, tratada de forma proactiva y articulada con las demás intervenciones, emerge como un modulador de resultados que mejora la fisiología respiratoria, la oxigenación tisular y la

resistencia a la infección, optimizando la seguridad y la velocidad de recuperación posoperatoria. (24,49,122)

En definitiva, la fase preoperatoria de optimización, cuando se aborda de forma integrada, aprovecha la sinergia entre nutrición adecuada y suplementación inmunometabólica, control glucémico riguroso, descontaminación intestinal y cesación tabáquica para consolidar un estado perioperatorio más resistente y, por ende, para disminuir la morbilidad y acortar la estancia hospitalaria. (118,124) Este enfoque, sustentado por la evidencia de guías ERAS 2025 y apoyado por datos multicéntricos y revisiones sistemáticas, propone un plan de acción que puede adaptarse a distintos contextos sanitarios sin perder su coherencia global: evaluar y corregir la nutrición, controlar la glucosa, descontaminar la vía intestinal y promover el cese del tabaco, con la certeza de que cada componente favorece y potencia a los demás, traduciendo la evidencia en resultados clínicos tangibles y de alto impacto para la seguridad y la recuperación de los pacientes sometidos a cirugía colorrectal electiva. (24,125)

### **2.5.2 Medidas Preventivas Intraoperatorias**

La fase transoperatoria en cirugía colorrectal representa un eje crítico donde la precisión técnica, la farmacología adaptativa y el uso estratégico de tecnología convergen para reducir complicaciones. (126,127) Los protocolos ERAS incluyen elementos intraoperatorios cruciales, como el uso de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, la normotermia y el manejo optimizado de fluidos, buscando minimizar el trauma quirúrgico y el estrés metabólico. (24,118)

La implementación de protocolos basados en la evidencia más reciente, incluyendo las guías ERAS 2025, permite disminuir las ISQ hasta en un 70% y las fugas anastomóticas al 2%, marcando un nuevo estándar en seguridad. (24,118) Se ha reportado que la aplicación de paquetes de medidas (bundles) puede resultar en una disminución de las ISQ globales, pasando, por ejemplo, de tasas del 21.9% a 4.3% en algunos periodos de estudio. (122) Además, la aplicación de estos protocolos se ha asociado de forma independiente con una reducción significativa en la tasa de fugas anastomóticas, alcanzando tasas tan bajas como 2.2% en cohortes comparadas. Este enfoque protocolizado no solo reduce la morbilidad, sino que también acorta la estancia hospitalaria, y optimiza la recuperación del paciente. (24,128)

### 2.5.2.1 **Profilaxis Antibiótica Adaptativa:**

La selección de esquemas antibióticos en cirugía colorrectal debe articular dos ejes fundamentales: los patrones microbiológicos locales y las características farmacocinéticas individuales. Las guías ERAS 2025 enfatizan que la profilaxis antibiótica inadecuada incrementa significativamente el riesgo de ISQ. (24) En pacientes portadores de Enterobacteriaceae productoras de BLEE, la colonización preoperatoria se asocia con mayor riesgo de infecciones postoperatorias, particularmente infecciones profundas y de órgano/espacio. (22) Los esquemas de profilaxis deben ajustarse según los patrones locales de resistencia, priorizando combinaciones que proporcionen cobertura dual contra flora aerobia y anaerobia. (24)

En la combinación de preparación mecánica con antibióticos orales, se ha demostrado que la adición de profilaxis oral a la parenteral reduce significativamente las ISQ. En un ensayo controlado aleatorizado de 565 pacientes sometidos a resección rectal electiva, la profilaxis combinada (preparación mecánica + antibióticos orales + profilaxis intravenosa) resultó en menores complicaciones generales (Índice de Complicación Integral mediano 0 vs 8.66;  $p < 0.001$ ), con reducción de ISQ del 16.7% al 8.3%. Esta reducción se cuantifica en un odds ratio (OR) de 0.45 (Intervalo de Confianza (IC) 95%: 0.27-0.77), representando una disminución del 55% en el riesgo de ISQ. (84)

En pacientes obesos (Índice de Masa Corporal (IMC)  $>30$ ), la profilaxis antibiótica requiere optimización de dosis. La literatura reconoce que la obesidad altera significativamente la farmacocinética de los antibióticos  $\beta$ -lactámicos, exigiendo ajustes posológicos basados en el peso corporal total o masa magra. Las guías ERAS 2025 recomiendan cálculo individualizado de dosis. (15,24)

La duración prolongada de la cirugía es un factor de riesgo independiente para ISQ. (97) Las guías ERAS 2025 establecen que los antibióticos deben redosificarse cuando la duración del procedimiento excede dos semividas de eliminación del fármaco, o en caso de sangrado intraoperatorio  $>1500$  mL en

adultos. Esto mantiene concentraciones plasmáticas terapéuticas durante todo el procedimiento. (24,90)

La profilaxis antibiótica debe limitarse estrictamente al período perioperatorio. Las recomendaciones ERAS 2025 especifican que los antibióticos no deben administrarse en el período postoperatorio a menos que exista indicación terapéutica diferente a la profilaxis. (49,83) El uso prolongado de antibióticos incrementa el riesgo de resistencia bacteriana y complicaciones como colonización por *Clostridioides difficile*. (24,84)

En pacientes con alergia a  $\beta$ -lactámicos, la vancomicina representa una alternativa válida, requiriendo administración dentro de 60 minutos previos a la incisión y ajuste de dosis según función renal. (49,83)

La implementación de "bundles" de prevención de ISQ, que integran profilaxis antibiótica optimizada con otras medidas perioperatorias (preparación mecánica con antibióticos orales, normotermia, protección de herida), ha demostrado reducir significativamente las tasas de ISQ. En un estudio con "bundle" implementado, la ISQ se redujo del 32% (grupo control) al 14% (grupo bundle,  $p=0.017$ ). (128,129)

#### **2.5.2.2 Técnica Quirúrgica y Biomecánica de las Anastomosis:**

La elección del abordaje quirúrgico (abierto, laparoscópico o robótico) influye directamente en la incidencia de ISQ, incluyendo complicaciones superficiales, profundas y de órgano/espacio. Las guías ERAS 2025 destacan que los abordajes mínimamente invasivos reducen las ISQ en un 30-40% comparados con la cirugía abierta, atribuible a menor trauma tisular, incisiones reducidas y manipulación precisa de los tejidos. (24)

En la laparoscopia, estudios prospectivos demuestran tasas de ISQ superficiales del 7.8% frente al 12.5% en cirugía abierta, con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). (122) La cirugía abierta presenta un riesgo 2.84 veces mayor de ISQ global comparada con laparoscopia (OR: 2.84), mientras que para ISQ incisional el riesgo aumenta hasta 3.77 veces (OR: 3.77). (4,122) El abordaje laparoscópico reduce el riesgo de ISQ en un

37% de forma independiente (OR=0.63), atribuyéndose este beneficio a la menor exposición visceral a contaminantes ambientales y preservación de la barrera cutánea. (29,122)

Estudios prospectivos demuestran que la cirugía abierta presenta tasas de ISQ superficiales del 12.5%, frente al 7.8% en laparoscopia y 5.2% en robótica, diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ). (130) Este beneficio se correlaciona con la menor exposición visceral a contaminantes ambientales y la preservación de la barrera cutánea en abordajes mínimamente invasivos. Sin embargo, en pacientes con peritonitis o tumores localmente avanzados, el abordaje abierto sigue siendo preferido, ya que permite un lavado intraabdominal exhaustivo y resecciones en bloque, reduciendo el riesgo de infección de órgano/espacio residual del 15% al 6% en contextos de contaminación masiva. (24,130)

La integración de matrices de colágeno tipo I/III como refuerzo anastomótico ha mostrado eficacia en procedimientos de cirugía colorrectal, siendo identificados los parches de colágeno entre los biomateriales con mayores beneficios clínicos demostrados en humanos. (131) En procedimientos laparoscópicos, la aplicación de estos refuerzos facilita la recuperación de la función intestinal, mientras que los mecanismos de acción incluyen la estimulación de angiogénesis y la reducción de isquemia marginal al proporcionar un andamiaje estructural similar a la matriz extracelular. (132,133) Sin embargo, existe aún heterogeneidad en los resultados entre estudios, y se requieren ensayos clínicos adicionales para establecer recomendaciones definitivas sobre su efectividad comparativa en cirugía abierta versus laparoscópica. (131–133)

La detección intraoperatoria de fugas mediante pruebas de aire o fluorescencia con verde de indocianina es crítica para prevenir infecciones de órgano/espacio. (134) La prueba de fuga de aire identifica pacientes con alto riesgo que requieren medidas preventivas como refuerzo de anastomosis, mientras que la fluorescencia con verde de indocianina reduce significativamente la tasa de fugas anastomóticas mediante evaluación en

tiempo real de la perfusión del muñón rectal. (134) En estudios con fluorescencia intraoperatoria, se ha documentado una reducción de la incidencia de fugas anastomóticas del 3.7% versus 7.6% en grupos sin fluorescencia. (135)

Adicionalmente, el uso de protectores plásticos de herida en abordajes abiertos, especialmente dispositivos de doble anillo, disminuye la contaminación de la pared abdominal. (136) Un metaanálisis de 2015 demostró reducción significativa de ISQ global, siendo el efecto más acusado con protectores de doble anillo en cirugía contaminada. En revisión sistemática de 2017, estos dispositivos se asociaron con reducción de ISQ global y de ISQ superficial. (122)

La selección del diámetro del engrapadora también impacta en la prevención de infecciones: modelos de 28/29 mm asociados con fugas del 4.2% (vs. 7.8% en 31/33 mm) generan menor tensión parietal, minimizando la isquemia y el riesgo de contaminación bacteriana secundaria. (137) Los engrapadora eléctricos, predominantes en robótica, reducen fallas técnicas en un 60%, evitando reintervenciones que incrementan la exposición a patógenos nosocomiales. (137)

Aunque los abordajes mínimamente invasivos ofrecen ventajas claras en la prevención de ISQ a través de mecanismos como menor trauma, precisión técnica y protección de la barrera cutánea, su aplicación debe contextualizarse. (49) La robótica maximiza la seguridad en anatomías complejas, la laparoscopia equilibra costo-beneficio, y la cirugía abierta mantiene su rol en escenarios de alta contaminación. (138) La adherencia a protocolos estandarizados, refuerzos anastomóticos, detección de fugas y protección de heridas; constituye el pilar para minimizar infecciones en todos los niveles, alineándose con los objetivos de las guías ERAS 2025. (49)

### **2.5.2.3 Detección Intraoperatoria de Fugas:**

Las pruebas de aire intraoperatorias, combinadas con imagenología por fluorescencia mediante indocianina verde (ICG), representan técnicas

complementarias para identificar dehiscencias anastomóticas durante el acto quirúrgico. (134)

La insuflación de aire a presión controlada (25–30 cmH<sub>2</sub>O) detecta defectos mecánicos en la anastomosis, permitiendo reparación inmediata. Estudios prospectivos reportan que aproximadamente el 6-8% de anastomosis con aire test de fuga positivo presentan validez clínica en la predicción de fugas.(134)

La fluorescencia con ICG ha demostrado modificar la estrategia quirúrgica en 6-16% de los casos debido a perfusión insuficiente, permitiendo resección extendida a tejido bien perfundido y reduciendo potencialmente dehiscencias anastomóticas. Estos cambios estratégicos se asocian con ausencia de fugas anastomóticas postoperatorias en series de 504 y 1302 pacientes respectivamente. (134)

La integración de endoscopia intraoperatoria en resecciones anteriores bajas proporciona evaluación directa de la integridad mucosa, identificando defectos que predisponen a fugas secundarias. (134) Esta técnica, combinada con fluorescencia ICG, mejora la precisión en evaluación de márgenes, reduciendo fugas anastomóticas del 7.6% al 3.7% (RR 0.46; IC 95%: 0.39–0.56). (135) En anastomosis  $\leq 5$  cm del margen anal, donde el riesgo de dehiscencia alcanza el 20.6% frente al 2.3% en anastomosis altas, estas estrategias son críticas. (74)

Estudios demuestran que anastomosis con perfusión ICG adecuada presentan tasas de fuga significativamente menores, correlacionándose con evaluación mejorada de vascularización tisular. (74,134) La adherencia a estos protocolos, integrados en las guías ERAS, reduce complicaciones sépticas posoperatorias de manera sustancial en cirugía colorrectal. (24)

#### **2.5.2.4 Irrigación de heridas quirúrgicas:**

La irrigación intraabdominal o de la herida quirúrgica es una técnica utilizada para reducir el riesgo de ISQ. (104) Si bien la irrigación con soluciones de povidona yodada es una práctica común, es crucial considerar que las guías ERAS 2025 no recomiendan su uso rutinario en la irrigación. (24) En su lugar,

la irrigación con soluciones antisépticas se asocia con una reducción significativa de las ISQ, mientras que la evidencia sobre la eficacia de la irrigación con antibióticos es menos consistente. (104) La temperatura de la solución de irrigación también es un factor relevante, ya que la solución salina tibia (37-40°C) puede mejorar la perfusión tisular en comparación con soluciones frías, que pueden inducir vasoconstricción. (24) Además, la evidencia apoya el uso selectivo de irrigación con antibióticos en situaciones específicas, como en heridas con alta carga bacteriana o riesgo de infección por bacterias resistentes. (104)

#### **2.5.2.5 Protección de Heridas y Aislamiento Tisular:**

El uso de protectores plásticos de herida de doble anillo produce una reducción sostenida de las ISQ frente al método tradicional con gasas, con una disminución reportada del 46.8% (10.9% frente a 20.5%;  $p < 0.01$ ) en un ensayo multicéntrico que incluyó 1,450 pacientes sometidos a cirugía colorrectal limpio-contaminada, y resultados que destacan una reducción específica de ISQ de órgano/espacio en resecciones rectales (del 14% al 6%; OR 0.39; IC 95%: 0.25–0.61) (136) Estos dispositivos consisten en un anillo interno adherente y un anillo externo rígido, formando una barrera física que previene la migración de bacterias desde el lumen intestinal hacia los tejidos subcutáneos. Además, al combinarse con campos adhesivos de polietileno, ayudan a reducir la carga bacteriana en los bordes de la herida, contribuyendo así a disminuir el riesgo de infecciones en el sitio quirúrgico. (139)

La evidencia de cultivo cuantitativo respalda la reducción de colonización bacteriana: de Enterobacteriaceae de  $10^3$  UFC/cm<sup>2</sup> a  $10^1$  UFC/cm<sup>2</sup> en tejido subcutáneo, con significación estadística ( $p < 0.001$ ), lo que se traduce en un descenso crítico de infecciones profundas. En el ámbito oncológico, el uso de protectores duales se asocia a una menor siembra de células neoplásicas, con una reducción del 65% en recurrencias parietales en una cohorte de 600 pacientes. (136,139) En procedimientos de ostomía, su implementación

reduce las infecciones periestomales de 22% a 9%, atribuido a una menor contaminación por contenido fecal durante la maduración del estoma. (24)

Las guías ERAS 2025 recomiendan la aplicación sistemática de estos protectores en cirugías abiertas y laparoscópicas con apertura luminal, destacando que el beneficio económico se robustece al disminuir la estancia hospitalaria promedio en 2.5 días por evitación de complicaciones infecciosas (IC 95%: 1.8–3.2;  $p < 0.001$ ). En este marco, la combinación con antisepsia cutánea basada en clorhexidina alcohólica se consolida como pilar de una estrategia multimodal para la prevención de ISQ, al optimizar tanto la barrera física como la carga microbiana ambiental en el lecho quirúrgico (y, en su conjunto, contribuir a la reducción de recurrencias oncológicas y complicaciones asociadas). (24,136,139)

#### **2.5.2.6 Antisepsia Cutánea:**

La preparación de la piel con clorhexidina gluconada (CHG) alcohólica al 4–5% se ha establecido como el estándar de oro en antisepsia perioperatoria debido a su superioridad frente a povidona yodada, con una reducción de las ISQ cercana al 50% (riesgo relativo 0.49; intervalo de confianza del 95%: 0.34–0.71), resultado atribuido a su persistencia en la piel durante más de 48 horas y a su actividad frente a flora multirresistente.(140) Esta permanencia prolongada facilita una barrera antimicrobiana continua a lo largo del acto quirúrgico y más allá, disminuyendo la probabilidad de colonización de la superficie cutánea y de transmisión bacteriana desde la piel hacia el campo operatorio. Los protocolos estandarizados de antisepsia exigen fricción vigorosa durante dos minutos para garantizar la eliminación mecánica de microorganismos y una cobertura amplia que se extienda al menos 20 cm más allá del campo quirúrgico, seguido de un secado completo de aproximadamente tres minutos para evitar la ignición en cirugías empleando electrocauterio, una precaución crítica que se ha incorporado a las guías de práctica y a los protocolos de seguridad intraoperatoria. (140) En este marco, innovaciones contemporáneas como CHG teñida de azul permiten verificar de

forma visual la cobertura total de la piel, reduciendo errores técnicos en un 30% y aumentando la fiabilidad de la antisepsia prequirúrgica. (24) Este avance facilita la adherencia a los procedimientos estandarizados y ofrece una herramienta de control de calidad durante la preparación del paciente, reforzando la validez de la elección de CHG como agente preferente en contextos de cirugía abierta y laparoscópica. (24)

En conjunto, la combinación de CHG alcohólica, su prolongada actividad antimicrobiana y las verificaciones de cobertura con trazadores visuales consolida su papel central dentro de una estrategia de prevención multimodal de ISQ, complementada por la adecuada técnica de fricción, el secado paciente y las consideraciones de seguridad eléctrica de las intervenciones quirúrgicas. (24,140)

#### **2.5.2.7 Optimización del Tiempo Quirúrgico:**

El tiempo quirúrgico es un factor de riesgo significativo para ISQ. Los procedimientos quirúrgicos que exceden 60 minutos incrementan significativamente el riesgo de infección del sitio quirúrgico en pacientes sometidos a cirugía general. Específicamente, existe un riesgo que se multiplica por dos por cada hora adicional de tiempo prolongado en cirugía. (141)

El abordaje quirúrgico también influye en el riesgo: los pacientes intervenidos por cirugía abierta presentan tasas más altas de ISQ incisional comparado con procedimientos laparoscópicos. La implementación de protocolos de seguridad quirúrgica, incluyendo checklists, ha demostrado mejorar los resultados perioperatorios. (141,142)

### **2.5.3 Medidas Preventivas Postoperatorio**

#### **2.5.3.1 Biomarcadores y predictores de ISQ:**

La monitorización postoperatoria mediante biomarcadores séricos permite identificar precozmente complicaciones infecciosas y anastomóticas en

cirugía colorrectal. La PCR constituye el biomarcador más extensamente estudiado en el período postoperatorio inmediato, con mediciones seriadas entre los días 3-5 postquirúrgicos demostrando utilidad diagnóstica significativa derivada de metaanálisis de 2483 pacientes: valores de corte de  $\geq 172$  mg/L al tercer día postoperatorio,  $\geq 124$  mg/L al cuarto día, y  $\geq 144$  mg/L al quinto día predicen complicaciones anastomóticas con valor predictivo negativo consistente del 97% y área bajo la curva de 0.81-0.86. (143) Sin embargo, la PCR presenta limitaciones en especificidad durante el período postoperatorio inmediato, donde la elevación fisiológica tras trauma quirúrgico puede confundir la interpretación clínica. (29) En cirugía colorrectal abierta, los niveles de PCR esperados son superiores (209 mg/L al día 3 postoperatorio) comparados con abordajes laparoscópicos (146.7 mg/L al día 2), requiriendo ajuste según técnica quirúrgica empleada. (29)

La procalcitonina (PCT) ha emergido como marcador complementario con capacidad diagnóstica comparable. (143,144) Metaanálisis recientes demuestran que valores de PCT  $< 2.7$  ng/mL al tercer día postoperatorio y  $< 2.3$  ng/mL al quinto día presentan valor predictivo negativo de 96.9% y 98.3% respectivamente, ofreciendo mayor especificidad que PCR sola en discriminar sepsis de inflamación postquirúrgica no complicada. (29,143)

A nivel molecular, marcadores inflamatorios como IL-6, TNF- $\alpha$ , CCL8/MCP-2 y CXCL5/ENA-78 se elevan significativamente en postoperatorio día 3 en pacientes que desarrollan complicaciones anastomóticas, con estudios prospectivos confirmando su utilidad diagnóstica. (145) El recuento de leucocitos y el cociente neutrófilos-a-linfocitos con valores  $> 3-7$ , aunque menos específicos que PCR, complementan estos marcadores. (100)

La combinación de múltiples biomarcadores incrementa significativamente la precisión diagnóstica. (143) Trayectorias de PCR combinadas con PCT y conteo de neutrófilos medidas seriadamente demuestran mejor poder predictivo que mediciones aisladas diarias, permitiendo identificación más temprana de complicaciones anastomóticas y facilitar decisiones de egreso

hospitalario seguro. El índice cociente PCR-a-albúmina (CAR) ha demostrado mejorar la precisión predictiva al combinar respuesta inflamatoria con estado nutricional, con valores  $>46$  en posoperatorio del cuarto día indicativos de mayor riesgo de fuga. (145,146) La estrategia de monitoreo secuencial es particularmente relevante dado que hasta 42% de las fugas anastomóticas se diagnostican posterior al alta hospitalaria, y 12% ocurren más allá del día 30 postoperatorio. (29,146)

La albúmina sérica ( $<3.5$  g/dL) actúa como indicador de compromiso nutricional perioperatorio y se asocia significativamente con mayor riesgo de complicaciones anastomóticas y prolongación de estancia hospitalaria. (145,146) La hipoalbuminemia postoperatoria identifica pacientes con riesgo elevado que requieren optimización nutricional específica durante el período perioperatorio. (145)

La integración de estos biomarcadores en protocolos de vigilancia temprana secuencial, asociados a programas ERAS, permite estratificación de riesgo individual y optimización de intervenciones preventivas específicas durante el período postoperatorio inmediato, reduciendo complicaciones infecciosas y mejorando los resultados clínicos en cirugía colorrectal. (24)

### **2.5.3.2 Manejo de drenajes:**

El uso rutinario de drenajes intraabdominales en cirugía colorrectal electiva es un tema de considerable debate en la literatura contemporánea. Aunque históricamente se consideraba una práctica estándar para prevenir complicaciones anastomóticas y reducir la formación de colecciones, la evidencia actual sugiere que el drenaje profiláctico de rutina no genera beneficios significativos y puede estar asociado con mayor morbilidad. (29)

En estudios prospectivos recientes, como el análisis de Zhang y colaboradores, se demostró mediante metanálisis que el drenaje de rutina no reduce significativamente la tasa de fuga anastomótica ni las complicaciones infecciosas en anastomosis colorrectal. (4,24) De hecho, la retirada de drenajes cuando se utilizan debe ser lo más temprana posible, preferiblemente

cuando esté clínicamente indicado, ya que la presencia de drenajes prolongados se asocia con un aumento en la incidencia de infección del sitio quirúrgico y prolongación de la estancia hospitalaria. (24,146)

En el caso específico de la anastomosis extraperitoneal baja, existe una cierta controversia. (146) Algunos metanálisis de ensayos controlados aleatorizados han mostrado que el drenaje pélvico puede asociarse con una reducción en las tasas de fuga anastomótica. (74) Sin embargo, estudios más recientes, particularmente el ensayo GRECCAR 5, han cuestionado estos beneficios, demostrando que no hay diferencias significativas en complicaciones graves entre pacientes drenados y no drenados. (29) Además, cuando se considera el impacto general en complicaciones postoperatorias, la presencia de drenajes no mejora significativamente los resultados clínicos en términos de sepsis, reintervenciones o mortalidad. (24,146)

En relación con la prevención de la infección del sitio quirúrgico en cirugía colorrectal, el manejo adecuado de drenajes forma parte integral de los protocolos de recuperación mejorada después de la cirugía. Los protocolos ERAS recomiendan específicamente minimizar o evitar el uso de drenajes profilácticos de rutina, excepto en casos seleccionados de alto riesgo. (24) Esta recomendación se basa en el principio de que los drenajes pueden actuar como una puerta de entrada para bacterias y aumentar el riesgo de infección nosocomial. (141) Cuando se utiliza drenaje en anastomosis colorrectal, debe retirarse tan pronto como sea clínicamente posible, y la profilaxis antibiótica no debe prolongarse más allá de las 24 horas postoperatorias solo por la presencia del drenaje. (24) Esta aproximación minimalista al uso de drenajes, enfocada en la selección juiciosa de casos y la retirada temprana, junto con la optimización de todas las demás medidas preventivas perioperatorias, constituye la estrategia contemporánea más eficaz para minimizar el riesgo de infección del sitio quirúrgico en la cirugía colorrectal electiva. (134)

### **2.5.3.3 Movilización precoz:**

Definida como deambulaci3n activa iniciada dentro de las primeras 24 horas postoperatorias, esta intervenci3n mejora significativamente los resultados perioperatorios. (24,124) Se ha demostrado una disminuci3n importante en la estancia hospitalaria y mejor funci3n gastrointestinal tras movilizaci3n temprana en cirugía abdominal. Tambi3n se ha documentado que la movilizaci3n temprana es segura y factible tras resecci3n hepática, con recuperaci3n m1s r1pida de la funci3n gastrointestinal, reduciendo el tiempo al primer flatos y disminuyendo la estancia hospitalaria.(24)

Protocolos estructurados de movilizaci3n previenen complicaciones tromboemb3licas, disminuyen la resistencia a la insulina y acelera la recuperaci3n de la motilidad intestinal, reduciendo el riesgo de íleo posoperatorio. La implementaci3n sist3mica dentro de protocolos ERAS genera reducci3n de la estancia hospitalaria y disminuci3n de costos hospitalarios atribuible a menores complicaciones. (24,124,147)

## **2.6 HERRAMIENTAS PREDICTORAS DE ISQ EN CIRUGÍA COLORRECTAL**

Las herramientas para predecir ISQ en cirugía colorrectal han evolucionado significativamente en los últimos años. Tradicionalmente, el Calculador de Riesgo Quirúrgico del Colegio Estadounidense de Cirujanos (ACS SRC) ha sido una de las herramientas m1s conocidas; sin embargo, ha mostrado resultados limitados cuando se aplica específicamente a cirugía colorrectal, con una AUROC de 0.67 en su publicaci3n original de 2013. (147)Otros predictores generales basados en regresi3n logística, como la puntuaci3n del Sistema Nacional de Vigilancia de Infecciones Nosocomiales (NNIS) y la puntuaci3n COLA (contaminaci3n, obesidad, laparoscopia y clasificaci3n ASA), tambi3n han demostrado capacidad predictiva limitada para ISQ despu3s de cirugía colorrectal. (147) En respuesta a estas limitaciones, el Índice de Riesgo NNIS, que estratifica el riesgo quirúrgico segun la duraci3n de la cirugía, la clase de herida quirúrgica y la puntuaci3n ASA, se ha convertido en una herramienta est1ndar de evaluaci3n de riesgo. (4)

M1s recientemente, los modelos de machine learning (ML) han emergido como alternativas promisoras. Un estudio utilizando t3cnicas de red neuronal artificial (NN), gradient boosting

(XGB) y random forest (RF) demostró que estos métodos superan significativamente la regresión logística estándar, con el modelo NN alcanzando una AUROC de 0.769 (IC 95% 0.762-0.777) en comparación con 0.677 para regresión logística. (147) Una revisión sistemática de 85 modelos de ML para predicción de ISQ reportó gran variabilidad en el desempeño, con la mayoría validados únicamente internamente (81%), aunque el C-statistic fue la medida de desempeño más reportada. (148) Adicionalmente, se han desarrollado nomogramas específicos para cirugía colorrectal que integran variables clínicas y de composición corporal para estimar el riesgo individual de ISQ. (97) A pesar de estos avances, una revisión comparativa de estudios que incluían tanto modelos de ML como modelos basados en regresión mostró que ningún método de modelaje superaba consistentemente al otro, sugiriendo que la selección de la herramienta debe considerar el contexto clínico específico y la disponibilidad de datos. (148)

Tabla 1. NNIS Score para el Cálculo del índice de riesgo de ISQ

<b>Componente</b>	<b>Valor / Categoría</b>	<b>Puntos</b>
<b>Clase de herida</b>	Limpia	0
	Limpia-contaminada	1
	Contaminada o sucia	2
<b>ASA (American Society of Anesthesiologists)</b>	ASA 1–2	0
	ASA 3–5	1
<b>Duración de la cirugía</b>	Menor o igual que la duración esperada	0
	Mayor que la duración esperada	1

El índice de riesgo se calcula sumando los puntos correspondientes a 3 variables principales: la clasificación del estado físico preoperatorio según la ASA, el grado de contaminación de la herida quirúrgica, y la duración de la intervención. Cada uno de estos factores otorga 1 punto si se cumplen ciertas condiciones desfavorables, mientras que la cirugía endoscópica o laparoscópica resta 1 punto al cálculo total, actuando como un factor protector. De manera específica, se asigna 1 punto si la clasificación ASA  $\geq 3$  (indicando una enfermedad sistémica grave), otro punto si la cirugía es clasificada como contaminada o sucia, y un tercer punto si la duración de la intervención supera el percentil 75 del tiempo establecido para ese

procedimiento en particular. La suma total de estos puntos clasifica al paciente en un nivel de riesgo (0, 1, 2 o 3), lo que permite predecir la probabilidad de desarrollar una ISQ. Esta estratificación se utiliza para permitir la comparación de tasas de infección entre diferentes centros o períodos de tiempo, ajustando por las características intrínsecas de los pacientes y los procedimientos. (71,122,149)

## **CAPÍTULO III – OBJETIVOS**

### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar el perfil clínico y microbiológico de las infecciones de sitio quirúrgico en pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 3.2.1** Describir las características clínicas y quirúrgicas de los pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024.
- 3.2.2** Identificar las infecciones de sitio quirúrgico en los pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024.
- 3.2.3** Determinar los microorganismos más frecuentes involucrados en las infecciones de sitio quirúrgico, en el primer cultivo registrado de los pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México durante el periodo 2023-2024.

## **CAPÍTULO IV – METODOLOGÍA**

### **4.1 DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **4.1.1 Diseño de investigación**

Se realizó un estudio observacional retrospectivo, transversal, descriptivo con el objetivo de desarrollar un modelo predictivo para la estratificación del riesgo de ISQ en pacientes sometidos a cirugía de colon y recto en el Hospital México durante el período 2023-2024. La población de estudio consistió en 238 pacientes.

#### **4.1.2 Área de estudio**

La investigación se realizó en el Hospital México, ubicado en La Uruca, San José, Costa Rica, en pacientes operados durante el período comprendido entre el 1 de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2024.

#### **4.1.3 Unidad de análisis y observación**

Los datos fueron obtenidos mediante una revisión exhaustiva de los expedientes clínicos y de la base de datos del servicio de Epidemiología, correspondientes a los pacientes sometidos a cirugía electiva en la unidad de cirugía de colon y recto del Hospital México, entre el 1 de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2024, según el registro de solicitudes de hospitalización generadas en el sistema de Expediente Digital Único en Salud (EDUS).

#### **4.1.4 Universo y muestra**

Se incluyeron todos los pacientes ingresados de forma electiva para cirugía en la unidad de cirugía de colon y recto del Hospital México durante el período 2023–2024, conforme al registro de solicitudes de hospitalización generadas en el sistema EDUS. Se revisaron 514 expedientes correspondientes al total de pacientes con solicitudes de hospitalización registradas en el sistema ARCA, de los cuales 238 cumplieron con los criterios de elegibilidad.

## **4.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD**

### **4.2.1 Criterios de inclusión**

**4.2.1.1** Pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México entre enero 2023 a diciembre 2024.

**4.2.1.2** Paciente mayores de 18 años

**4.2.1.3** Diagnóstico clínico o microbiológico de infecciones de sitio quirúrgico, documentadas en los primeros 30 días posteriores a la cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México entre enero 2023 a diciembre 2024.

### **4.2.2 Criterios de exclusión**

**4.2.2.1** Pacientes con diagnóstico de infección activa previo a la cirugía abdominal electiva en la Unidad de Cirugía Colon y Recto del Hospital México entre enero 2023 a diciembre 2024.

**4.2.2.2** Pacientes a quienes se les implantó un dispositivo o material protésico durante la cirugía abdominal electiva en la Unidad de Colon y Recto del Hospital México, entre enero de 2023 y diciembre de 2024.

**4.2.2.3** Pacientes con datos clínicos incompletos.

**4.2.2.4** Pacientes sometidos a cirugías combinadas con otros servicios

## **4.3 VARIABLES**

### **4.3.1 Operacionalización de las variables**

**4.3.1.1 Variables Independientes:** edad, sexo, DM, HTA, enfermedades cardiovasculares, enfermedades pulmonares, enfermedad renal crónica (ERC), anemia, IMC, albúmina sérica, diagnóstico postquirúrgico oncológico, procedimiento quirúrgico principal, estoma, abordaje quirúrgico empleado, clase de herida quirúrgica y duración intervención quirúrgica.

**4.3.1.2 Variables Dependientes:** estancia hospitalaria posquirúrgica, ISQ, clasificación de Clavien-Dindo y microorganismos identificados en ISQ.

#### 4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

##### 4.4.1 Diseño y Metodología

Posterior a la aprobación del tema de estudio por parte del Comité Ético Científico y de las autoridades correspondientes del Hospital México, se procedió a la recolección de datos de los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión establecidos en el protocolo. Para la gestión y procesamiento de datos, se utilizará el software Phyton y Microsoft Excel. Se elaborará una base de datos en Excel, la cual será revisada para asegurar la calidad y consistencia de la información.

##### 4.4.2 Análisis de resultado y programas estadísticos

El análisis estadístico se estructurará en función de los objetivos del estudio:

- **Descripción de características clínicas y quirúrgicas:** Se realizará un análisis descriptivo exhaustivo. Las variables continuas (edad, IMC y, si aplica, otros parámetros relevantes) se analizarán mediante medidas de tendencia central y de dispersión, utilizando media y desviación estándar para datos con distribución normal, o mediana y rango intercuartílico para distribuciones no normales. Para las variables categóricas (sexo, comorbilidades – DM, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, enfermedades pulmonares, enfermedad renal crónica –, presencia de estoma y clasificación de herida quirúrgica), se calcularán frecuencias absolutas y relativas. Las características quirúrgicas (tipo de abordaje, técnica quirúrgica y duración de la cirugía) se analizarán de forma similar, mediante frecuencias y porcentajes.
- **Identificación de complicaciones infecciosas:** Se determinará la incidencia global de infecciones del sitio quirúrgico y su distribución según la clasificación por profundidad (superficial, profunda y órgano/espacio). Se estudiará el tiempo hasta la aparición de las complicaciones mediante análisis de supervivencia (si la muestra lo permite, o se indicará la limitación si no). La severidad se evaluará utilizando la clasificación de Clavien-Dindo. Se realizará un análisis bivariado para identificar factores asociados con el desarrollo de

infecciones, empleando pruebas de chi-cuadrado para variables categóricas, y pruebas t de Student o de Mann-Whitney para variables continuas, según corresponda.

- **Perfil microbiológico:** Se analizarán la frecuencia de cultivos positivos, negativos y no realizados. En los cultivos positivos, se determinará la distribución de microorganismos aislados y la frecuencia de infecciones polimicrobianas. Se realizará un análisis estratificado para examinar la distribución de microorganismos según el tipo de infección del sitio quirúrgico y el subtipo de infección órgano/espacio.

Los resultados se presentarán mediante tablas y gráficos apropiados, incluyendo gráficos de barras para frecuencias. Todos los análisis incluirán intervalos de confianza del 95 % para las estimaciones principales, y se considerará un valor  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. Los programas de cómputo utilizados serán Microsoft Excel y Python.

#### 4.4.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando Python 3.12, con las bibliotecas *pandas*, *numpy*, *scipy.stats* y *scikit-learn*. Se fijó un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  (bilateral) para todas las pruebas.

- **Estadística Descriptiva:** Las variables continuas se resumieron utilizando la media y la desviación estándar (DE) para datos con distribución normal, o la mediana y el rango intercuartílico (RIC) para datos con distribución no normal. Las variables categóricas se presentaron mediante frecuencias absolutas y relativas (porcentajes).
- **Análisis Bivariado:** Para comparar grupos, se utilizaron la prueba de chi-cuadrado (o la prueba exacta de Fisher cuando fue apropiado) para variables categóricas, y la prueba t de Student (o la U de Mann-Whitney para datos no normales) para variables continuas. Adicionalmente, se calculó el OR con IC del 95% para evaluar la asociación entre las variables.
- **Modelo Predictivo:** Se evaluaron tres algoritmos de aprendizaje automático: Regresión Logística, RF y XGB. Para la validación del modelo, se implementó una técnica de validación cruzada estratificada k-fold (con  $k=5$ ), dividiendo los datos en un conjunto de entrenamiento (69.7%) y un conjunto de prueba (30.3%). La optimización de los hiperparámetros de los modelos se realizó mediante la técnica de Grid Search.

## CAPÍTULO V – ANÁLISIS Y RESULTADO

### 5.1 PERFIL CLÍNICO Y DEMOGRÁFICO

La población estudiada incluyó 238 pacientes, con un claro predominio masculino y una edad promedio en la sexta década de vida, como se detalla en las tablas 2 y 3:

Tabla 2. Distribución por sexo de los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad Colon y Recto durante 2023-2024

Variable	Resultados
Sexo femenino	115 casos (48.3%)
Sexo masculino	123 casos (51.7%)

Tabla 3. Estadísticas demográficas de Edad de los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad Colon y Recto durante 2023-2024

Variable	Resultados
Edad Media	61.76 ± 14.67 años
Mediana de edad	65 años
Rango de edad	16 – 88 años

#### 5.1.1 Comorbilidades

La población estudiada presentó una alta carga de comorbilidades, siendo la HTA la más frecuente, seguida de anemia y DM.

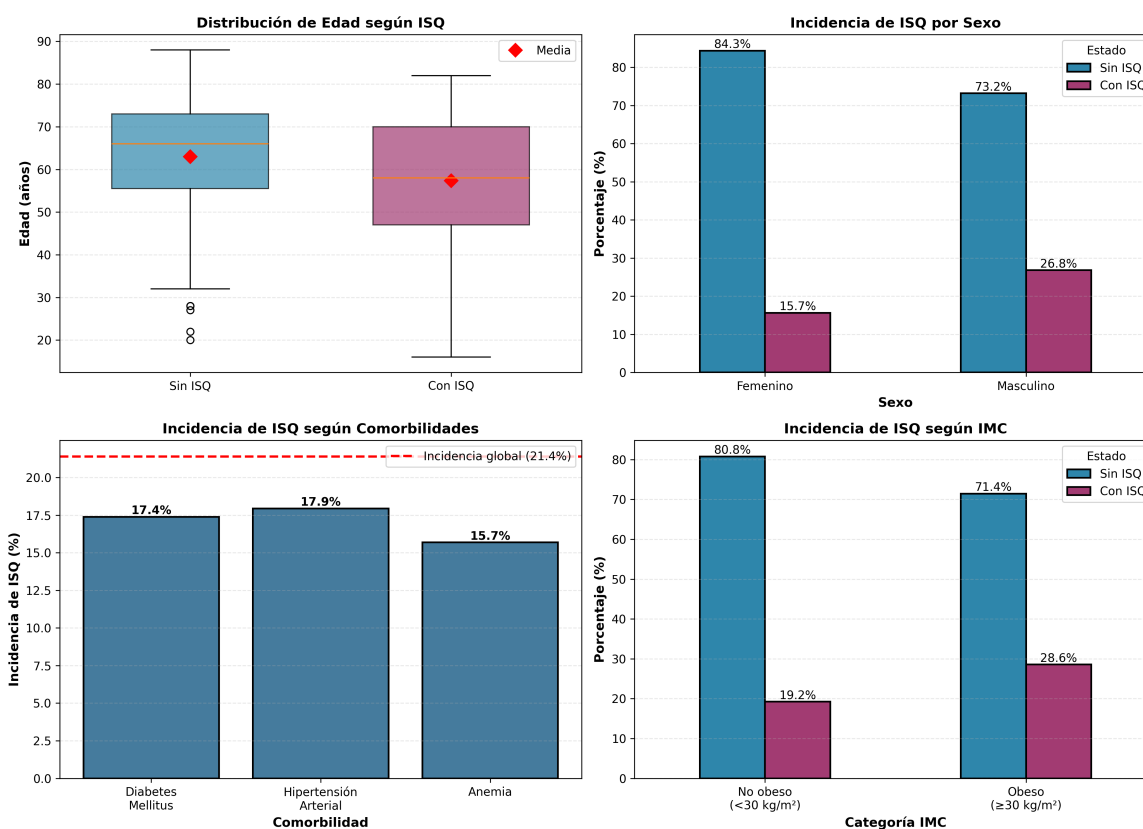
El análisis de los factores demográficos y las comorbilidades (Ver Gráfica 1) revela patrones clave asociados a la ISQ en la cohorte estudiada, cuya incidencia global fue del 21.4%. Respecto a la edad, la distribución muestra que la mediana de los pacientes que desarrollaron ISQ (~57 años) fue ligeramente menor que la de aquellos sin ISQ (~65 años). En cuanto al sexo, los datos indican que la ISQ es más prevalente en hombres, quienes registraron una incidencia del 26.8%, en contraste con el 15.7% observado en mujeres.

La obesidad, definida por un IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, se presentó como un factor de riesgo significativo, dado que estos pacientes registraron una alta tasa de ISQ del 28.6%, superando

notablemente la incidencia del 19.2% hallada en el grupo no obeso. Finalmente, al examinar comorbilidades específicas, se observa que las tasas de ISQ en pacientes con HTA (17.9%), DM (17.4%) y Anemia (15.7%) se mantuvieron por debajo de la incidencia global del estudio. (Ver Gráfica 1)

Tabla 4. Comorbilidades presentes en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad Colon y Recto durante 2023-2024

Comorbilidades	Frecuencia (casos)	Porcentaje (%)
Hipertensión arterial	117	49.2
Anemia	102	42.9
Diabetes mellitus	46	19.3
Enfermedades pulmonares	29	12.2
Enfermedades cardiovasculares	24	10.1
Enfermedad renal crónica	8	3.4



Gráfica 1. Distribución e ISQ según Factores Demográficos y Comorbilidades.

### 5.1.2 Características Antropométricas y Nutricionales

En relación con el estado nutricional, evaluado mediante el IMC, la mayoría de los pacientes se encontraban dentro del rango no obeso, con una mediana de 27.03 kg/m<sup>2</sup>, lo que refleja una tendencia general hacia el sobrepeso en la población quirúrgica analizada.

Tabla 5. Distribución del IMC en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Categoría de IMC</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
No obeso (IMC < 30 kg/m <sup>2</sup> )	182	76.5
Obeso (IMC ≥ 30 kg/m <sup>2</sup> )	56	23.5

En cuanto a los niveles séricos de albúmina preoperatoria, la mayoría de los pacientes presentaron valores dentro del rango normal, con una media de 3.94 ± 0.42 g/dL y un rango entre 2.5 y 4.9 g/dL. Solo un pequeño porcentaje presentó hipoalbuminemia, como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 6. Distribución de los niveles de albúmina sérica preoperatoria en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Categoría de albúmina</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Normal (≥ 3.5 g/dL)	209	87.8
Bajo (< 3.5 g/dL)	29	12.2

### 5.1.3 Perfil diagnóstico

La mayoría de los pacientes presentaban patología oncológica como indicación quirúrgica, reflejando el perfil asistencial de la unidad especializada de coloproctología.

Tabla 7. Distribución del tipo de diagnóstico en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Tipo de diagnóstico</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Diagnóstico oncológico	183	76.9
Diagnóstico no oncológico	55	23.1

## 5.2 PERFIL CLÍNICO Y QUIRÚRGICO

En el análisis de las características quirúrgicas de los procedimientos electivos realizados en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante el periodo 2023–2024, se evidenció una amplia variedad de técnicas empleadas. Predominaron las cirugías de restauración del tránsito intestinal (20.6%), seguidas de las colectomías derechas (19.7%) y las resecciones anteriores bajas (17.6%), reflejando el abordaje frecuente de patología colorrectal de diversa complejidad (Tabla 8).

En relación con el tipo de abordaje quirúrgico (Tabla 9), la mayoría de los procedimientos fueron realizados mediante técnica abierta (65.5%), mientras que el abordaje laparoscópico representó cerca del 30% de los casos. Un pequeño grupo de cirugías (4.6%) requirió conversión de laparoscópica a abierta, lo que sugiere un esfuerzo progresivo por incorporar técnicas mínimamente invasivas en la práctica quirúrgica de la unidad.

Por último, al considerar otras características quirúrgicas relevantes (Tabla 10), se observó un predominio de procedimientos con anastomosis mecánica (75.2%) y una proporción considerable de pacientes con estoma derivativo (28.6%). La mayoría de las cirugías tuvieron una duración superior a 180 minutos (80.3%), y en más de la mitad de los casos fue realizada por un médico especialista / asistente (58.8%). En concordancia con la naturaleza de las intervenciones colorrectales, casi todas las heridas operatorias fueron clasificadas como clase II (limpias-contaminadas) (95.0%), lo que refuerza el riesgo inherente de infección en este tipo de procedimientos.

Tabla 8. Distribución de los procedimientos quirúrgicos realizados en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Procedimiento quirúrgico</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Restauración de tracto intestinal	49	20.6
Colectomía derecha	47	19.7
Resección anterior baja	42	17.6
Sigmoidectomía	28	11.8
Resección abdominoperineal	21	8.8

Tabla 9. Distribución del tipo de abordaje quirúrgico en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024.

<b>Tipo de abordaje</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Abierto	156	65.5
Laparoscópico	71	29.8
Convertido	11	4.6

Tabla 10. Otras características quirúrgicas relevantes en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Característica quirúrgica</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Anastomosis mecánica	179	75.2
Presencia de estoma	68	28.6
Cirugía > 180 minutos	191	80.3
Cirujano asistente	140	58.8
Clase de herida II (limpia-contaminada)	226	95.0

### 5.2.1 Profilaxis antibiótica

En cuanto al esquema antibiótico profiláctico utilizado, la gran mayoría de los pacientes recibieron cefotaxima combinada con metronidazol por vía intravenosa, de acuerdo con los

protocolos institucionales para cirugía colorrectal. En menor proporción se utilizaron otros regímenes, como cefalotina intravenosa o la combinación de clindamicina con metronidazol.

Tabla 11. Esquemas antibióticos profilácticos utilizados en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

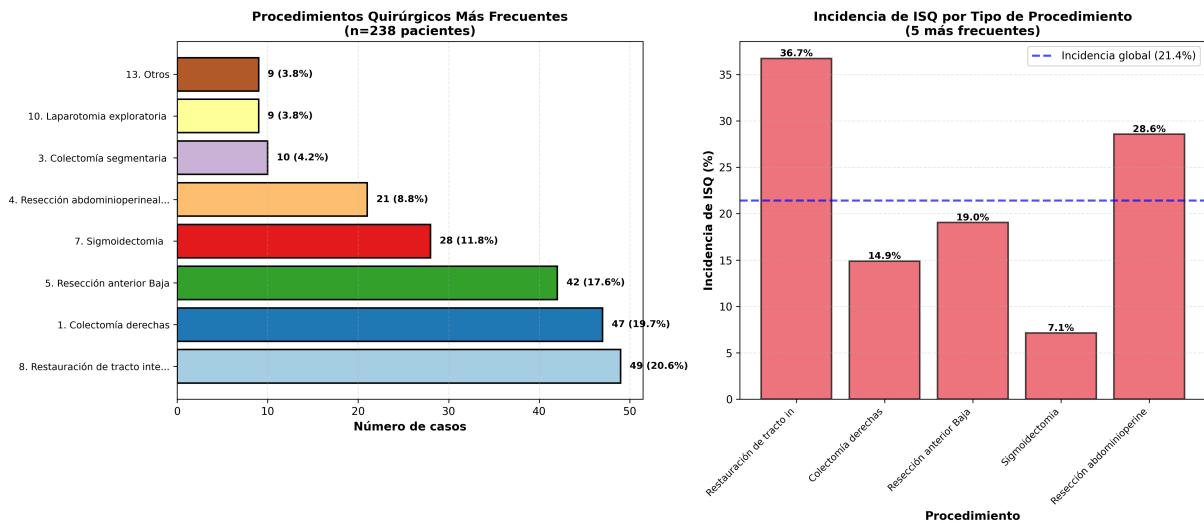
<b>Esquema antibiótico profiláctico</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Cefotaxima + Metronidazol IV	232	97.5
Cefalotina IV	4	1.7
Clindamicina + Metronidazol IV	2	0.8

### 5.2.2 Preparación intestinal

Se evidenció que la combinación de preparación mecánica con enema y antibioticoterapia oral fue el esquema más utilizado. En segundo lugar, se empleó el régimen de preparación mecánica con laxante, enema y antibióticos orales, mientras que una minoría de pacientes no recibió preparación intestinal previa al procedimiento quirúrgico.

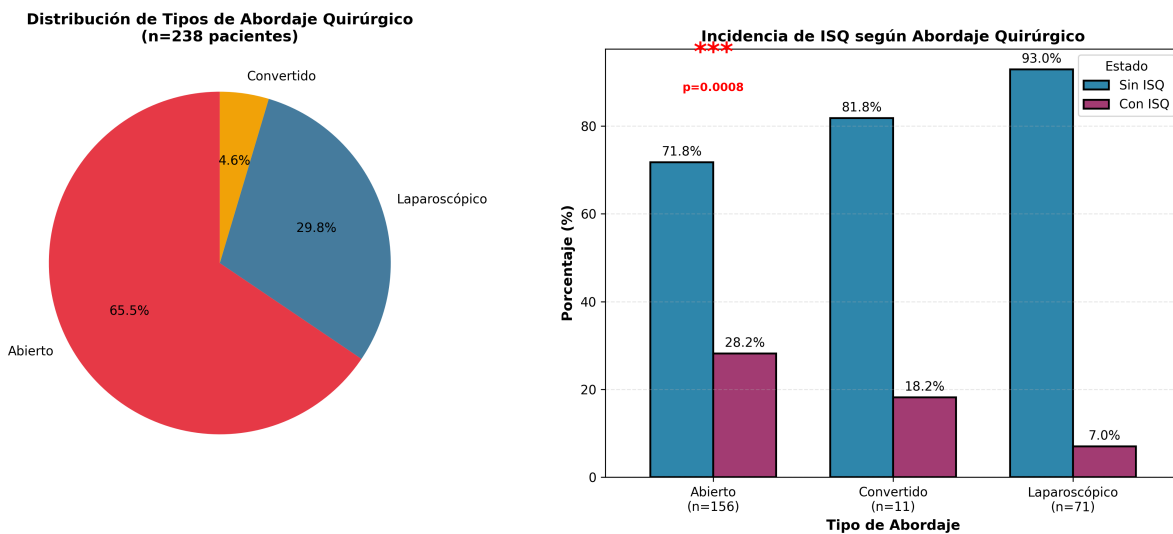
Tabla 12. Tipos de preparación intestinal preoperatoria en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Tipo de preparación intestinal</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Mecánica: enema + antibiótico oral	103	43.3
Mecánica: laxante + enema + antibiótico oral	71	29.8
Solo antibiótico oral	45	18.9
Sin preparación intestinal	18	7.6



Gráfica 2. Distribución de los procedimientos quirúrgicos colorrectales más frecuentes e Incidencia de ISQ asociada (2023-2024).

Se documentó una distribución de los procedimientos quirúrgicos colorrectales más frecuentes y su incidencia ISQ asociada en la población de estudio de 238 pacientes, cuya tasa global de ISQ fue del 21.4%. Los procedimientos más comunes fueron la restauración del tracto intestinal (20.6% del total) y la colectomía derecha (19.7% del total). Al analizar la complicación por procedimiento, se evidencia una gran variabilidad en el riesgo: las intervenciones más complejas, como la restauración del tracto intestinal, mostraron la incidencia de ISQ más alta (36.7%), seguidas por la resección abdominoperineal (28.6%). Estas altas tasas reflejan la elevada incidencia de ISQ de órgano/espacio (como la fuga anastomótica) asociada a procedimientos con anastomosis colorrectales. En contraste, la Sigmoidectomía registró la incidencia más baja (7.1%). (Ver Gráfica 2)



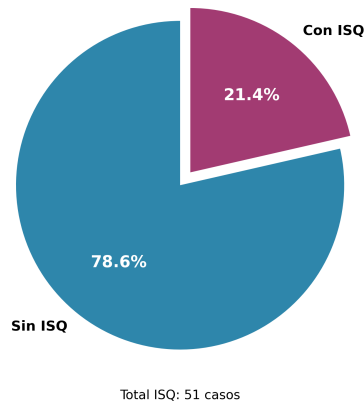
Gráfica 3. Distribución de los Tipos de Abordaje Quirúrgico e Incidencia de ISQ

El análisis de la distribución del abordaje quirúrgico y su impacto en las complicaciones se presenta en la Gráfica 3. En la cohorte estudiada, el abordaje abierto fue el predominante, utilizándose en el 65.5% de los 238 procedimientos, mientras que la cirugía laparoscópica representó el 29.8% de los casos. Al correlacionar el abordaje con la ISQ, se encontró una asociación estadísticamente significativa ( $p=0.0008$ ) entre estas variables. El abordaje abierto ( $n=156$ ) exhibió la mayor incidencia de ISQ con un 28.2%, lo que resalta su papel como factor de riesgo. Esta tasa es significativamente superior a la observada en el abordaje laparoscópico ( $n=71$ ), el cual registró la menor incidencia de ISQ con solo el 7.0%. Esta disparidad subraya los beneficios del abordaje mínimamente invasivo en la reducción de las tasas de infección del sitio quirúrgico en cirugía colorrectal.

### 5.3 INFECCIONES DE SITIO QUIRÚRGICO

La incidencia global de ISQ fue de 21.4% (51 casos en 238 pacientes). Este resultado se encuentra dentro del rango esperado en la literatura internacional para cirugías colorrectales (10-30%), lo que valida la representatividad de nuestra muestra y refleja la complejidad de este tipo de procedimientos. Por otro lado, la mayoría de la población, el 78.6%, no presentó esta complicación. Esta tasa proporciona un panorama epidemiológico específico de las ISQ en cirugía colorrectal en este centro hospitalario y sirve como referencia para evaluar los factores de riesgo identificados en las secciones siguientes. (Ver Gráfica 4)

**Incidencia Global de Infección de Sitio Quirúrgico  
(n=238 pacientes)**



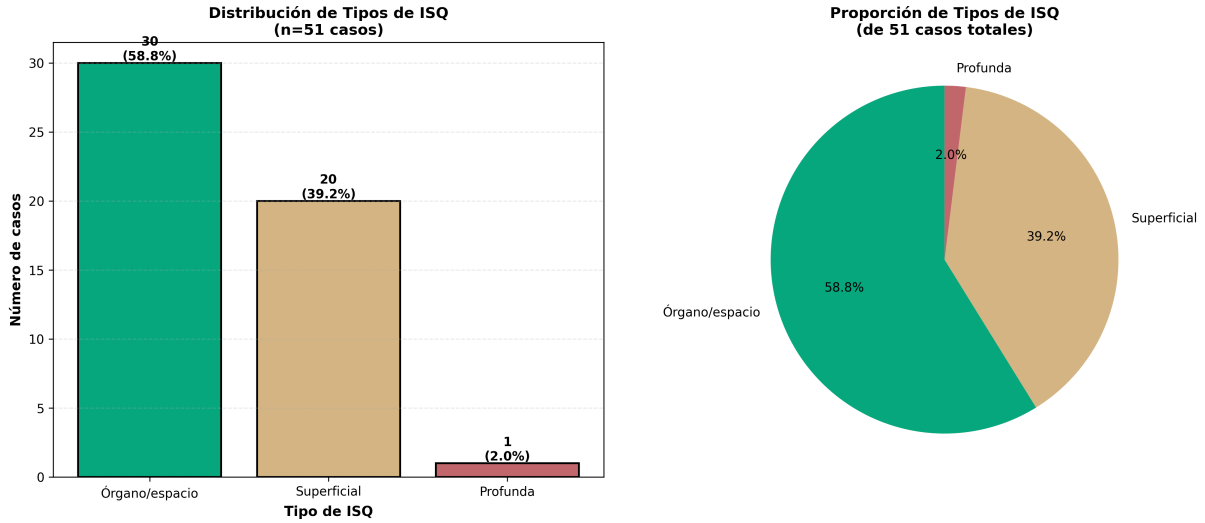
Gráfica 4. Incidencia global de ISQ (n = 238)

### 5.3.1 Distribución por tipo de ISQ

Durante el período de estudio, se registraron 51 casos de ISQ, siendo las infecciones de órgano/espacio las más frecuentes y graves, con un 58.8% (n=30) de los casos, seguido por infecciones superficiales de la herida quirúrgica que representaron el 39.2% (n=20). Las infecciones profundas fueron poco comunes, con apenas un caso, equivalente al 2.0% del total. La distribución de estos casos según su profundidad se presenta en la Gráfica 5, destacando el predominio de infecciones complejas y asociadas a complicaciones como la fuga anastomótica en cirugía colorrectal.

Tabla 13. Distribución por tipo de ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Tipo de ISQ</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje entre ISQ (%)</b>	<b>Porcentaje del total de pacientes (%)</b>
Órgano / espacio	30	58.8	12.6
Superficial	20	39.2	8.4
Profunda	1	2.0	0.4
<b>Total de casos con ISQ: 51</b>			



Gráfica 5. Distribución de los Tipos de ISQ (n=51).

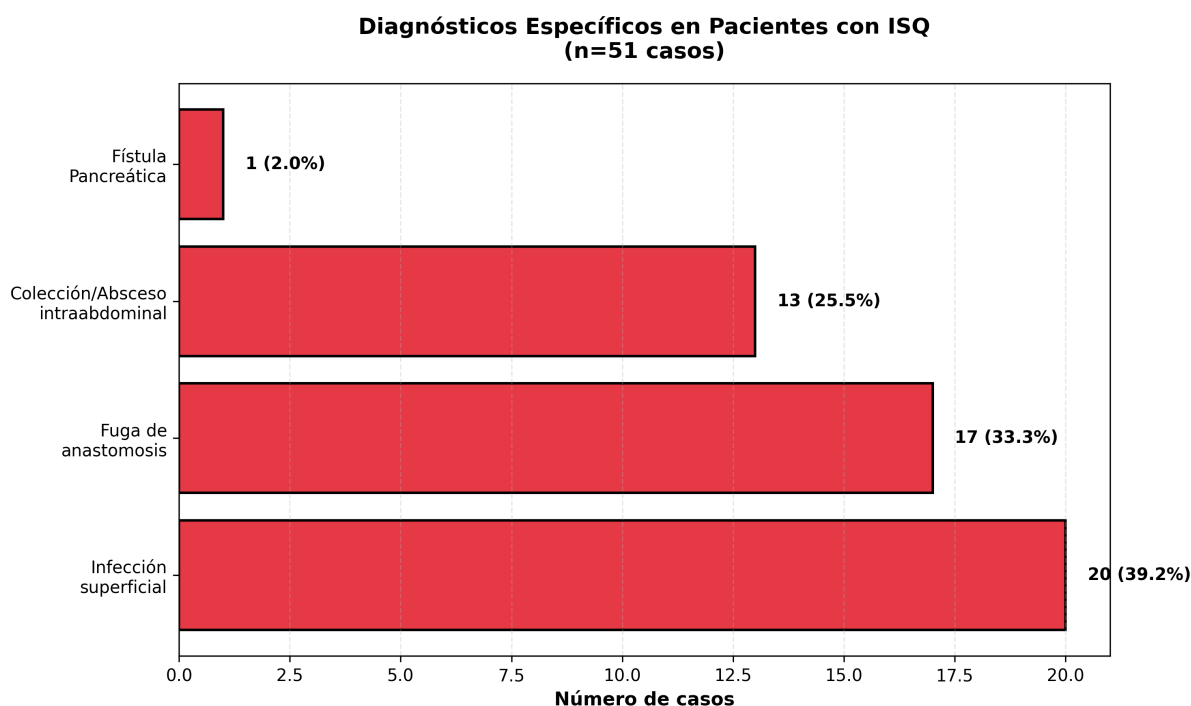
### 5.3.2 Diagnósticos específicos de ISQ

La fuga anastomótica, una de las complicaciones más temidas en cirugía colorrectal, se presentó en un 33.3% de las ISQ (17 casos), siendo responsable de la mayoría de las infecciones graves de órgano/espacio. La Gráfica 6 muestra los diagnósticos específicos de los 51 casos de ISQ, ofreciendo una visión detallada de las complicaciones posoperatorias. La complicación más frecuente fue la infección superficial, con 20 casos (39.2%).

En segundo lugar, con alta morbilidad, se encuentra la fuga de anastomosis, que se identificó en 17 casos (33.3%), en línea con la predominancia de infecciones de órgano/espacio observada en la Gráfica 5. Además, se reportaron 13 casos de colección o absceso intraabdominal, representando el 25.5%, y la fistula pancreática fue la menos frecuente, con 1 caso (2.0%). Esta distribución confirma que las ISQ en este estudio resultan de una combinación de infecciones localizadas, como las superficiales, y complicaciones sistémicas o técnicas severas, como las fugas y abscesos intraabdominales.

Tabla 14. Diagnósticos específicos de ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Diagnóstico específico de ISQ</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Infección superficial	20	39.2
Fuga de anastomosis	17	33.3
Colección o absceso intraabdominal	13	25.5
Fístula pancreática	1	2.0
<b>Total de casos con ISQ: 51</b>		



Gráfica 6. Diagnósticos específicos en pacientes con ISQ

### 5.3.3 Tiempo de aparición de ISQ

El tiempo promedio de aparición de las ISQ fue de aproximadamente 9 días postoperatorios, con la mayoría de los casos presentándose en la primera semana, lo cual respalda la implementación de protocolos de vigilancia intensiva durante este período crítico. La

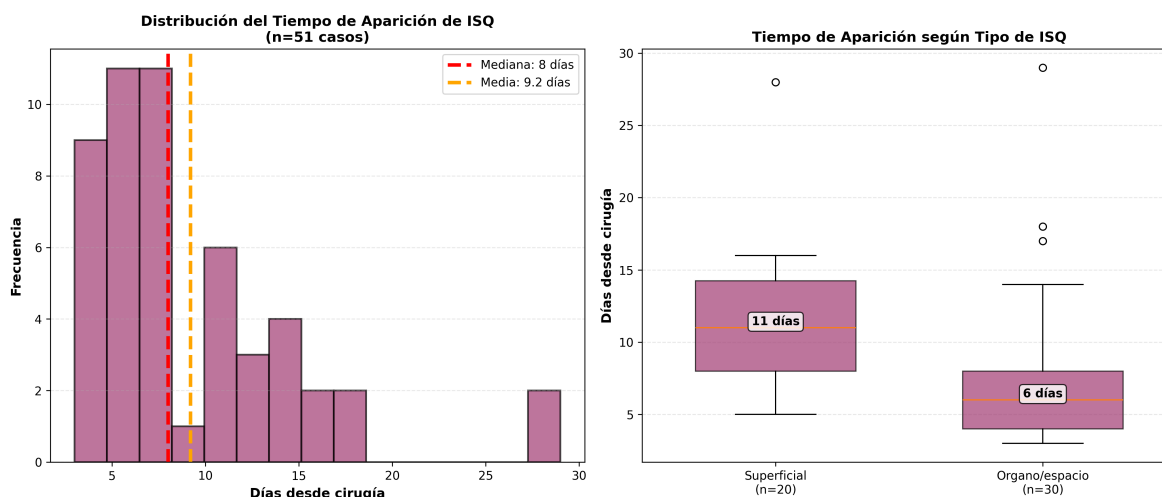
distribución temporal en la cohorte analizada se presenta en la Gráfica 7, que también analiza tanto el período general de manifestación como las variaciones según el tipo de infección.

En términos generales, la mediana del tiempo de aparición de las 51 ISQ fue de 8 días, con una media de 9.2 días, observándose una mayor concentración de casos en la primera semana postquirúrgica. Al estratificar por tipo de ISQ, se encontró una diferencia significativa: las infecciones de órgano/espacio (n=30), típicamente más graves, mostraron una aparición mediana de 6 días, mientras que las infecciones superficiales (n=20) se manifestaron en una mediana de 11 días.

Este hallazgo indica que las complicaciones internas graves tienden a manifestarse de forma más temprana y aguda, en contraste con las infecciones superficiales, que suelen diagnosticarse en un período más tardío, a menudo después del egreso hospitalario.

Tabla 15. Tiempo de presentación de la ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

Parámetro estadístico	Valor
Media	9.20 ± 5.65 días
Mediana	8 días
Rango	3–29 días
Días más frecuentes	4, 5 y 8 días postoperatorios



Gráfica 7. Distribución y comparación del tiempo de aparición de ISQ según tipo (n=51)

### 5.3.4 Severidad de ISQ según clasificación Clavien-Dindo

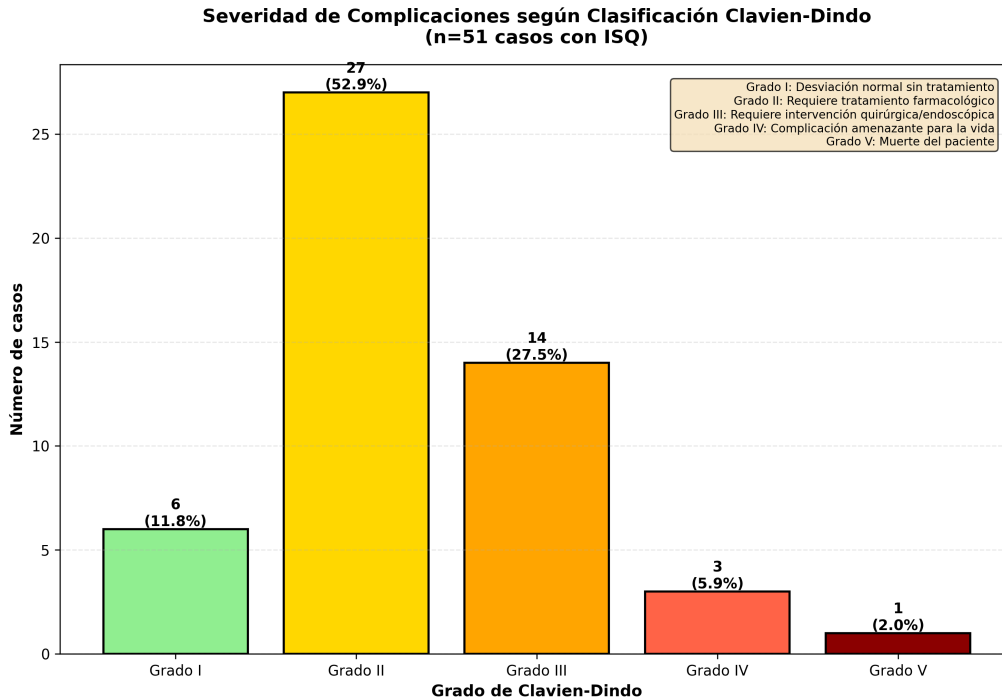
La mayoría de las complicaciones se clasificaron como grados II-III, representando el 80.4% del total, y requirieron manejo médico o intervención quirúrgica, aunque con un pronóstico favorable. Las complicaciones severas (grados IV-V) constituyeron el 7.9% del total de ISQ. La distribución de la severidad de las complicaciones infecciosas del sitio quirúrgico (ISQ) en la muestra de 51 casos se presenta en la Gráfica 8, basada en la Clasificación de Clavien-Dindo, que es fundamental para evaluar el impacto clínico en la morbilidad posoperatoria.

La mayoría de los casos de ISQ fueron clasificados como Grado II, que implica complicaciones que requieren tratamiento farmacológico, representando 27 casos (52.9%). En segundo lugar, las complicaciones que demandaron una intervención quirúrgica o endoscópica (Grado III) sumaron 14 casos (27.5%). Las desviaciones sin necesidad de tratamiento, clasificadas como Grado I, ocurrieron en 6 casos (11.8%).

Las complicaciones más severas, que amenazan la vida del paciente (Grado IV), fueron 3 casos (5.9%), y la mortalidad relacionada con la complicación (Grado V) se registró en 1 caso (2.0%). En general, aunque más de la mitad de las complicaciones son manejables con tratamiento farmacológico, la proporción significativa de casos en Grado III o superior indica que una parte importante de las ISQ en cirugía colorrectal requiere procedimientos invasivos o manejo crítico.

Tabla 16. Clasificación de la severidad de las complicaciones según Clavien–Dindo en los pacientes con ISQ intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Clavien–Dindo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia (Casos)</b>	<b>Porcentaje</b>
I	Desviación sin tratamiento farmacológico	6	11.8 %
II	Tratamiento farmacológico	27	52.9 %
III	Requiere intervención -quirúrgica, endoscópica o radiológica-	14	27.5 %
IV	Amenaza la vida –unidad cuidado intensivo–	3	5.9 %
V	Muerte del paciente	1	2.0 %



Gráfica 8. Severidad de las complicaciones postoperatorias en casos de ISQ según la Clasificación de Clavien-Dindo (n=51).

## 5.4 PERFIL MICROBIOLÓGICO DE LAS ISQ

### 5.4.1 Tasa de toma de cultivos

En relación con la toma de cultivos en los casos de ISQ, se observó que poco más de la mitad de los pacientes contaron con cultivo microbiológico obtenido para identificación etiológica, mientras que en un porcentaje importante no se realizó toma de muestra.

Tabla 17. Distribución de la toma de cultivos en los pacientes con ISQ intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

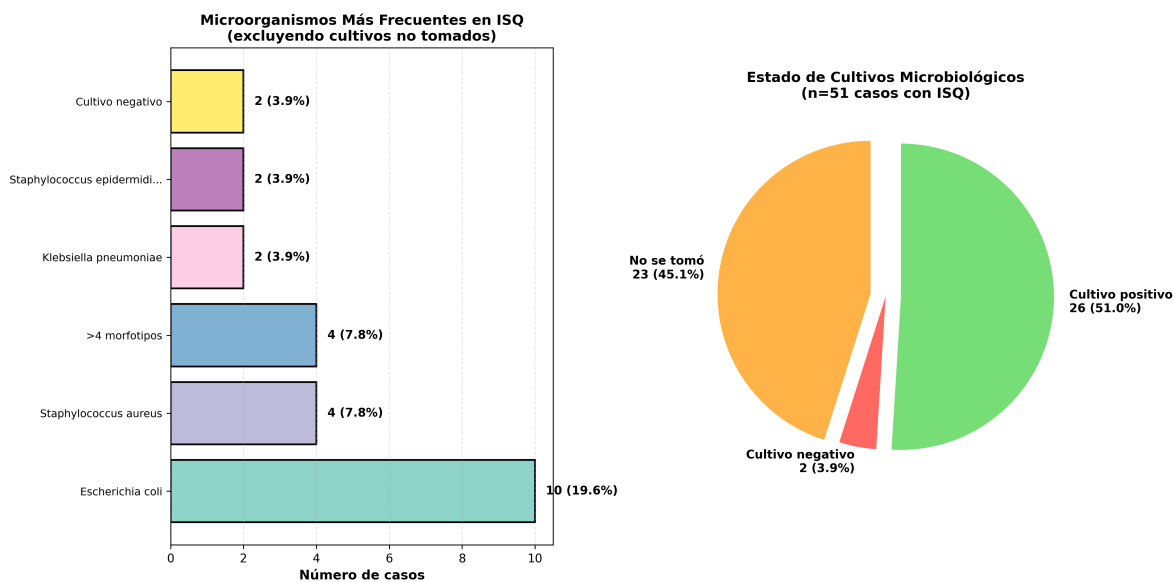
Variable	Frecuencia (casos)	Porcentaje (%)
Cultivos tomados	28	54.9
Sin cultivo tomado	23	45.1

#### 5.4.2 Microorganismos identificados en primer aislamiento

En los cultivos tomados de pacientes con ISQ, se aislaron principalmente microorganismos entéricos Gram negativos, siendo *Escherichia coli* el agente más frecuente, seguido por *Staphylococcus aureus* y aislamientos polimicrobianos. En menor proporción se identificaron *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter cloacae*. Un pequeño número de cultivos resultó negativo. (Ver Gráfica 9)

Tabla 18. Microorganismos aislados en los cultivos positivos de los pacientes con ISQ intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Microorganismo aislado</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>	<b>% entre cultivos positivos</b>	<b>% del total de ISQ</b>
<i>Escherichia coli</i>	10	35.7	19.6
<i>Staphylococcus aureus</i>	4	14.3	7.8
Flora polimicrobiana (>4 morfotipos)	4	14.3	7.8
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	7.1	3.9
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	7.1	3.9
Cultivo negativo	2	7.1	3.9
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	7.1	3.9
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	3.6	2.0
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	3.6	2.0
<b>Total de cultivos realizados: 28</b>			



Gráfica 9. Estado de los cultivos microbiológicos y microorganismos más frecuentes aislados en ISQ (n=51)

### 5.4.3 Infecciones polimicrobianas

La presencia de infecciones polimicrobianas se documentó en un 25.5% de los casos con cultivo positivo, lo que confirma la naturaleza compleja de las ISQ en cirugía colorrectal, especialmente en las de órgano/espacio, donde existe contaminación fecal del peritoneo. En estos casos, se identificaron múltiples microorganismos coexistiendo en una misma muestra, como se detalla en las Tablas 19 y 20.

Tabla 19. Distribución del segundo microorganismo aislado en los casos con infecciones polimicrobianas en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

Segundo microorganismo aislado	Frecuencia (casos)	Porcentaje (%)
<i>Enterococcus faecalis</i>	3	23.1
Otros (diversos)*	10	76.9
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100.0</b>

\*Otros: *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Aeromonas spp.*, *Candida spp. no albicans*.

Tabla 20. Distribución del tercer microorganismo aislado en los casos con infecciones polimicrobianas en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Tercer microorganismo aislado</b>	<b>Frecuencia (casos)</b>
<i>Enterococcus faecalis</i>	1
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1
<i>Candida albicans</i>	1
<i>Citrobacter spp.</i>	1
<i>Aeromonas spp.</i>	1
<b>Total</b>	<b>5</b>

## 5.5 FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS CON ISQ

### 5.5.1 Factores de Riesgo Significativos

El abordaje quirúrgico abierto es el factor de riesgo más importante identificado, con más de 4 veces el riesgo de ISQ comparado con técnicas mínimamente invasivas. Este hallazgo respalda fuertemente la recomendación de priorizar abordajes laparoscópicos cuando sea técnicamente factible, lo cual podría reducir la incidencia de ISQ en 76%.

Tabla 21. Factores de riesgo significativamente asociados a la ISQ en los pacientes intervenidos electivamente de cirugía abdominal de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto durante 2023–2024

<b>Variable</b>	<b>Casos totales</b>	<b>Casos con ISQ (n)</b>	<b>Incidencia de ISQ (%)</b>	<b>Odds Ratio (IC 95%)</b>	<b>p-valor</b>
<b>Abordaje quirúrgico abierto</b>	156	44	28.2	4.21 (1.80–9.84)	0.0008
<b>Sexo masculino</b>	123	33	26.8	1.98 (1.04–3.75)	0.0521
<b>Diagnóstico no oncológico</b>	55	23	41.8	0.25 (0.13–0.49)*	0.0001

Existe asociación significativa entre el abordaje quirúrgico y la ISQ. La incidencia de ISQ fue del 28.2% en cirugías abiertas, comparado con el 8.5% en abordajes laparoscópicos/convertidos. Con un OR de 4.21 ( $p=0.0008$ ), el abordaje abierto cuadruplica el riesgo de ISQ.

Tabla 22. ISQ según el abordaje quirúrgico

<b>Abordaje Quirúrgico</b>	<b>Casos Totales</b>	<b>Casos con ISQ (n)</b>	<b>Incidencia de ISQ (%)</b>
Abierto	156	44	28.2
Laparoscópico/Convertido	82	7	8.5

El sexo masculino se asocia con una tendencia hacia un mayor riesgo de ISQ, con una incidencia del 26.8% en hombres comparado con el 15.7% en mujeres. Aunque esta asociación se acerca a la significancia estadística (OR: 1.98,  $p=0.0521$ ), el hallazgo sugiere que factores biológicos o conductuales ligados al sexo masculino, como diferencias en la distribución de grasa visceral, la respuesta inmune o la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular, podrían influir en la susceptibilidad a desarrollar ISQ.

Tabla 23. ISQ y sexo del paciente

<b>Sexo</b>	<b>Casos Totales</b>	<b>Casos con ISQ (n)</b>	<b>Incidencia de ISQ (%)</b>
Masculino	123	33	26.8
Femenino	115	18	15.7

Los pacientes con diagnóstico no oncológico presentaron un riesgo significativamente mayor de ISQ en comparación con aquellos con diagnóstico oncológico (OR inverso = 4.0,  $p=0.0001$ ). Esta diferencia podría reflejar variaciones en la preparación preoperatoria, la naturaleza urgente de algunas cirugías no oncológicas, o una mayor carga inflamatoria/infecciosa basal en estos pacientes.

Tabla 24. ISQ y diagnóstico del paciente

<b>Diagnóstico</b>	<b>Casos Totales</b>	<b>Casos con ISQ (n)</b>	<b>Incidencia de ISQ (%)</b>
Oncológico	183	28	15.3
No Oncológico	55	23	41.8

### 5.5.2 Factores evaluados sin asociación significativa

El análisis de las variables listadas en la tabla no reveló una asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de ISQ. Los valores de  $p$  superiores a 0.05 sugieren que estas variables, en el contexto de este estudio, no influyeron de manera determinante en el riesgo de ISQ.

Tabla 25. Variables No Asociadas Significativamente con la ISQ

<b>Variable</b>	<b><math>p</math>-valor</b>
Diabetes Mellitus	0.587
Hipertensión Arterial	0.259
Enfermedades cardiovasculares	0.793
Enfermedades pulmonares	1.000
Obesidad (IMC $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> )	0.192
Presencia de estoma	0.745
Realización de anastomosis	0.521
Duración prolongada de cirugía	0.865
Cirujano residente vs asistente	0.630

### 5.5.3 Factores con tendencia a la significancia

El análisis de factores con tendencia a la significancia estadística en relación con la ISQ reveló que la edad, la albúmina baja y la anemia mostraron asociaciones que no alcanzaron el umbral de significancia establecido ( $p < 0.05$ ). La menor edad media en pacientes con ISQ ( $p = 0.0521$ ), así como la tendencia contraintuitiva de la albúmina baja ( $p = 0.052$ ) y la anemia ( $p = 0.087$ ) a mostrar un efecto protector, sugieren la necesidad de realizar investigaciones

adicionales para comprender mejor estas relaciones y descartar posibles sesgos o factores de confusión.

Tabla 26. Edad y asociación con ISQ

<b>Grupo</b>	<b>Edad Media (años)</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>p-valor</b>
Sin ISQ	62.96	13.83	0.0521
Con ISQ	57.35	16.83	0.0521

Tabla 27. Albúmina Baja y asociación ISQ

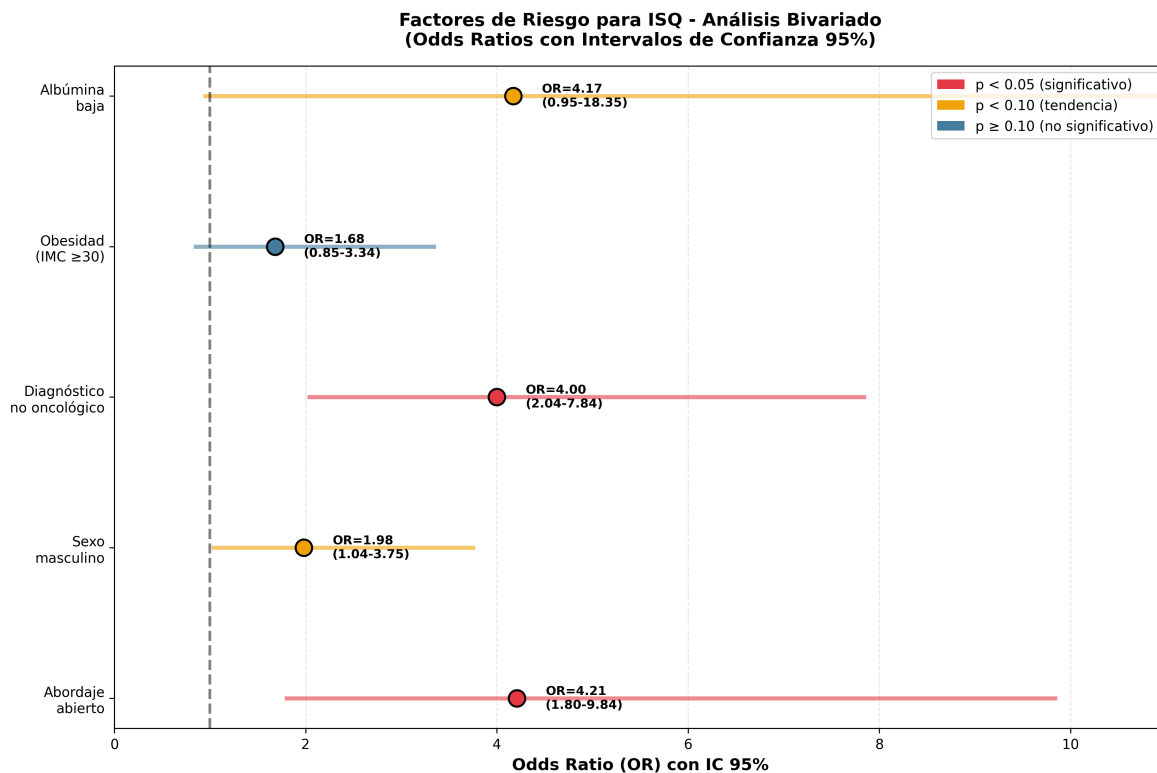
<b>Variable</b>	<b>Odds Ratio (OR)</b>	<b>Intervalo de Confianza (IC 95%)</b>	<b>p-valor</b>
Albúmina Baja	0.24	0.05-1.06	0.052

Tabla 28. Anemia y asociación con ISQ

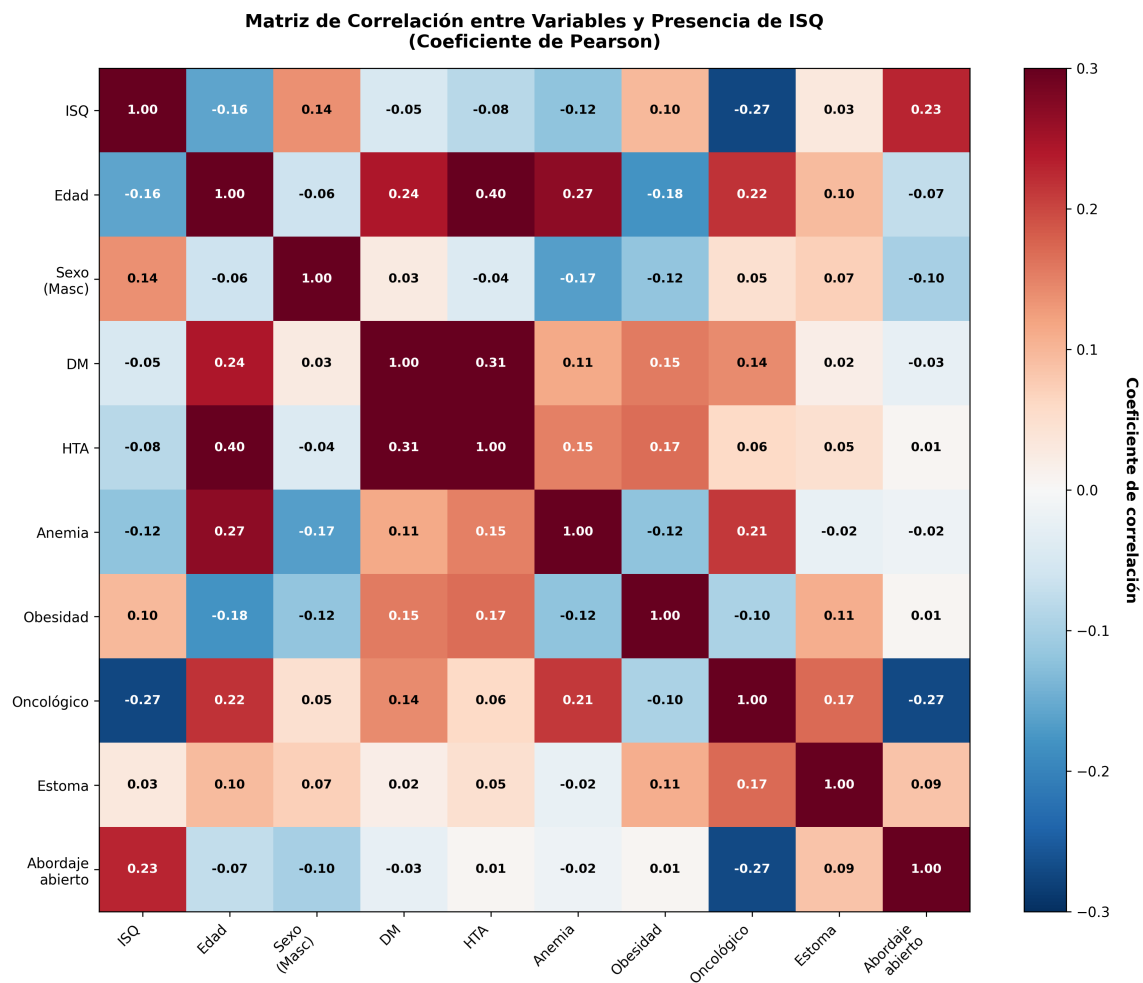
<b>Variable</b>	<b>Odds Ratio (OR)</b>	<b>Intervalo de Confianza (IC 95%)</b>	<b>p-valor</b>
Anemia	0.54	0.28-1.06	0.087

Los resultados del análisis bivariado para identificar los factores de riesgo asociados a ISQ en la muestra se presentan en la Gráfica 10, utilizando Odds Ratio (OR) e Intervalos de Confianza (IC) del 95%. Este análisis reveló que dos factores mostraron una asociación estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ): el abordaje abierto, que aumentó más de cuatro veces el riesgo de ISQ en comparación con la cirugía mínimamente invasiva, con un OR de 4.21 (IC 1.80-9.84), y el diagnóstico no oncológico, que también estuvo significativamente asociado, con un OR de 4.00 (IC 2.04-7.84). Además, se identificaron dos factores con una tendencia hacia la asociación ( $p < 0.10$ ): la albúmina baja, con un OR de 4.17 (IC 0.95-18.35), y el sexo masculino, con un OR de 1.98 (IC 1.04-3.75). Por otro lado, la obesidad (IMC  $\geq 30$ ) no resultó ser un factor estadísticamente significativo, aunque presentó un OR de

1.68 (IC 0.85-3.34). En resumen, el abordaje abierto y un diagnóstico no oncológico emergen como los predictores bivariados más robustos de la ISQ en esta cohorte de pacientes.



Gráfica 10. Factores de riesgo asociados a la ISQ en cirugía colorrectal: análisis bivariado mediante OR e IC del 95%



Gráfica 11. Matriz de Correlación de Pearson entre variables demográficas, clínicas y la presencia de ISQ

La matriz de correlación de Pearson, que evalúa la fuerza y dirección de las relaciones lineales entre la presencia de ISQ y las variables demográficas y clínicas seleccionadas, se presenta en la Gráfica 11 como un mapa de calor. Un análisis general de la matriz (Chunk 23) indica que la mayoría de las correlaciones entre la ISQ y las variables estudiadas son débiles, con coeficientes de correlación ( $\rho$ ) cercanos a cero. Sin embargo, se identificaron algunas asociaciones bivariadas notables: la correlación negativa más fuerte fue con diagnóstico oncológico ( $\rho = -0.27$ ), sugiriendo que los pacientes sin diagnóstico oncológico tienden a presentar mayor presencia de ISQ; la correlación positiva más alta correspondió a

abordaje abierto ( $\rho = 0.23$ ), en línea con la literatura que relaciona este método quirúrgico con un mayor riesgo infeccioso.

Otras variables, como la edad ( $\rho = -0.16$ ), anemia ( $\rho = -0.12$ ) e HTA ( $\rho = -0.08$ ), mostraron correlaciones débiles o muy débiles con la presencia de ISQ. Es importante destacar que en la matriz también se observan correlaciones moderadas entre algunas comorbilidades, como la relación positiva significativa entre la edad y la HTA ( $\rho = 0.40$ ), así como entre la DM y la HTA ( $\rho = 0.31$ ), reflejando patrones clínicos conocidos.

## 5.6 BIOMARCADORES Y PREDICTORES TEMPRANOS DE ISQ

### 5.6.1 Proteína C Reactiva al 4to Día Postoperatorio

Se evaluaron los niveles de PCR al cuarto día postoperatorio como posibles biomarcadores y predictores tempranos de ISQ. Los datos disponibles corresponden a 183 de los 238 casos totales, lo que representa un 76.9% de mediciones. A continuación, se presenta la comparación de los niveles de PCR según la presencia o ausencia de ISQ, destacando las diferencias significativas encontradas entre ambos grupos.

Tabla 29. Comparación según Presencia de ISQ

Categoría	Sin ISQ (n=146)	Con ISQ (n=37)
Media (mg/L)	58.44 ± 46.48	123.69 ± 115.44
Mediana (mg/L)	42.40	88.90
Rango de Interconfianza (mg/L)	26.42 - 82.83	61.30 - 155.60

Esta disparidad estadísticamente significativa refuerza la utilidad de la PCR como biomarcador temprano y potente para predecir la aparición de ISQ en el postoperatorio de cirugía colorrectal. Además, el histograma en la Gráfica 12, muestra la distribución de datos confirma que los pacientes con ISQ tienden a presentar niveles de PCR más elevados, mostrando una dispersión en valores superiores, mientras que aquellos sin complicación se concentran en niveles bajos. El análisis estadístico mediante el test U de Mann-Whitney ( $p < 0.0001$ ) respalda la relevancia clínica de estos hallazgos, sugiriendo que la PCR puede ser un marcador útil para identificar precozmente a los pacientes en riesgo de desarrollar ISQ.

### 5.6.2 PCR según Tipo de ISQ

Se compararon los niveles de PCR entre pacientes con diferentes tipos de ISQ, específicamente entre ISQ superficial y órgano/espacio. Los datos disponibles permiten observar las tendencias en los niveles de PCR en estos grupos, aunque la diferencia estadística no fue significativa.

Tabla 30. PCR según tipo de ISQ

Tipo de ISQ	N	Mediana (mg/L)	Rango de Interconfianza (mg/L)
Superficial	14	74.35	62.20 - 99.88
Órgano/Espacio	22	103.50	57.18 - 172.25

Aunque los pacientes con ISQ en órgano o espacio mostraron una tendencia a tener niveles de PCR más elevados en comparación con los de ISQ superficial (mediana 103.5 mg/L vs 74.35 mg/L), la diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p=0.123$ ). Esto puede deberse al tamaño de muestra limitado, por lo que se requiere un estudio con mayor potencia para confirmar si existe una relación real entre el tipo de ISQ y los niveles de PCR. (Ver Gráfica 12)

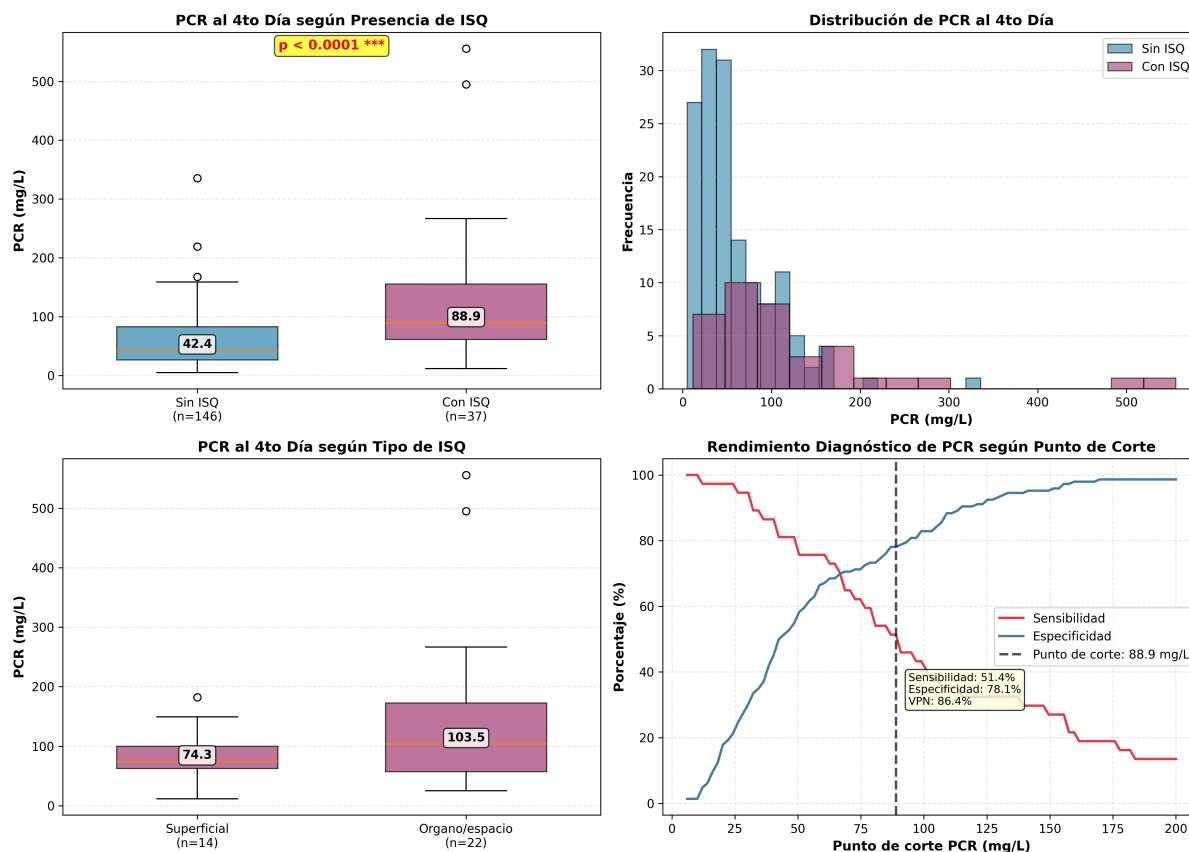
### 5.6.3 Rendimiento Diagnóstico de PCR

Se evaluó el rendimiento diagnóstico del nivel de PCR al cuarto día usando un punto de corte de 88.90 mg/L, correspondiente a la mediana del grupo con ISQ. Los indicadores de sensibilidad, especificidad y valores predictivos ofrecen una perspectiva clínica sobre la utilidad de este biomarcador para detectar o descartar ISQ.

Tabla 31. Rendimiento diagnóstico de PCR con punto de corte 88.90 mg/L

Indicador	Valor
Sensibilidad	51.4%
Especificidad	78.1%
Valor Predictivo Positivo (VPP)	37.3%
Valor Predictivo Negativo (VPN)	86.4%

La PCR al cuarto día muestra una sensibilidad moderada (51.4%), indicando que aproximadamente la mitad de los pacientes con ISQ serán detectados con este método. Sin embargo, su alta especificidad (78.1%) y, especialmente, el alto valor predictivo negativo (86.4%) sugieren que valores de PCR por debajo de 88.9 mg/L son útiles para excluir la presencia de ISQ. (Ver Gráfica 12) Esto permite reducir la vigilancia intensiva y considerar egresos tempranos en pacientes con niveles bajos de PCR, optimizando recursos sin comprometer la seguridad. Por otro lado, niveles elevados de PCR (>88.9 mg/L) justifican una vigilancia clínica más rigurosa, búsqueda activa de signos de ISQ y estudios de imagen adicionales para detectar o descartar ISQ.



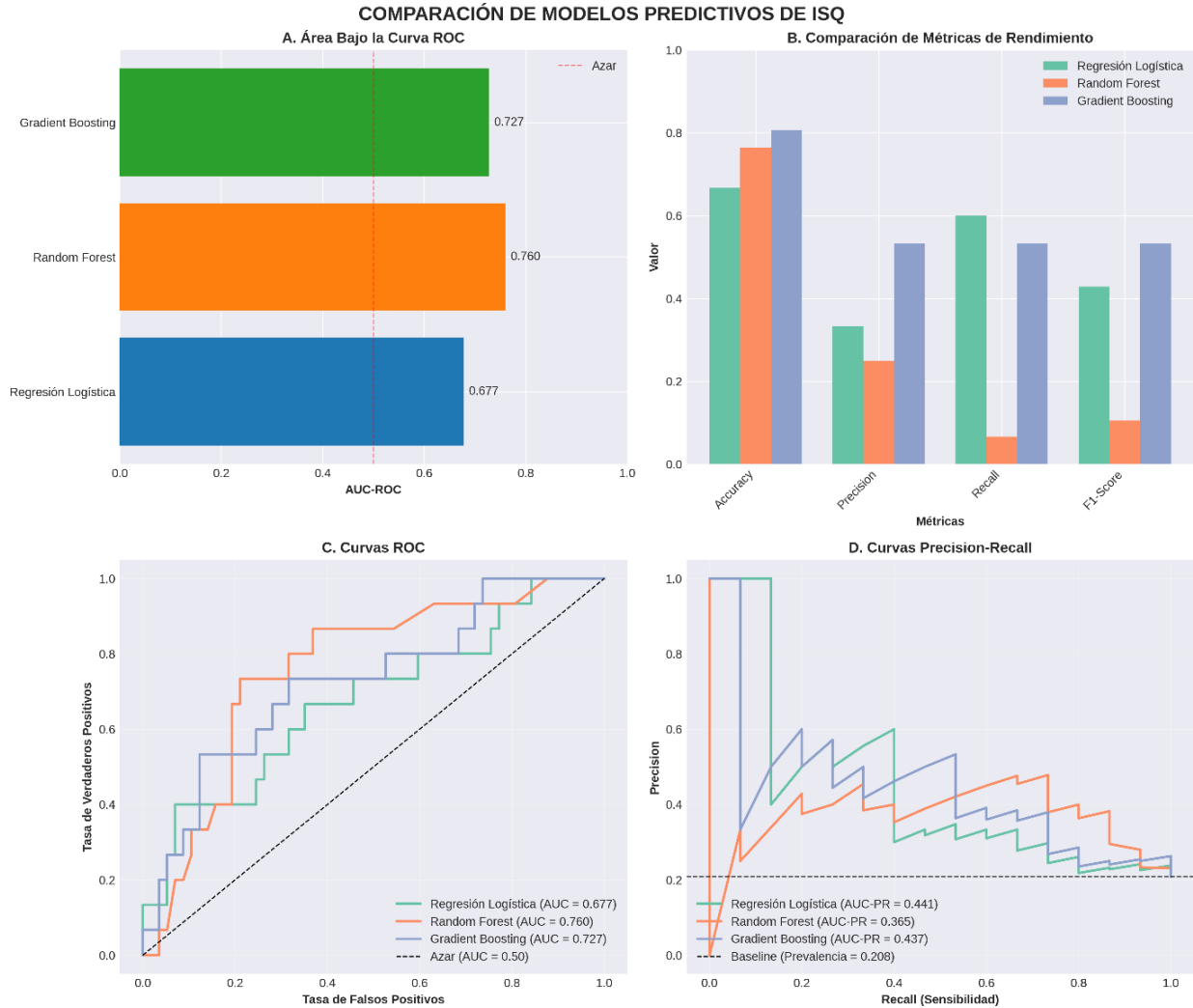
Gráfica 12. Niveles de Proteína C Reactiva (PCR) al cuarto día postoperatorio: comparación, distribución y rendimiento diagnóstico en la detección de ISQ.

## 5.7 MODELO PREDICTIVO DE ISQ

### 5.7.1 Desarrollo, Validación y rendimiento del Modelo

En el proceso de desarrollo y validación del modelo, se evaluaron tres algoritmos de aprendizaje automático: Regresión Logística, RF y XGB. Se consideraron un total de 21 variables predictoras, incluyendo datos demográficos (edad y sexo), comorbilidades como DM, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, pulmonares, insuficiencia renal crónica y anemia. Además, se incorporaron variables antropométricas y de laboratorio, como obesidad, albúmina (en formatos categóricos y numéricos) y PCR al cuarto día. También se contemplaron aspectos diagnósticos y quirúrgicos, tales como diagnóstico oncológico, tipo de abordaje (abierto o convertido), presencia de estoma, realización de anastomosis, duración de la cirugía mayor a 180 minutos, el cirujano responsable y la clase de herida.

La estrategia de validación se basó en una división del conjunto de datos en un 69.7% para entrenamiento (166 pacientes) y un 30.3% para prueba (72 pacientes), con estratificación por presencia de ISQ para mantener la proporción en ambas muestras. Además, se aplicó una validación cruzada estratificada en cinco pliegues ( $k=5$ ) y se realizó una búsqueda exhaustiva de hiperparámetros mediante Grid Search. Para abordar el desbalance en los datos, se ajustaron los pesos de clase utilizando la opción `class_weight='balanced'`, con el fin de mejorar el rendimiento del modelo. Esta evaluación exhaustiva, cuyos resultados se ilustran en la Gráfica 13, permitió seleccionar el algoritmo de RF por su desempeño superior y su balance optimizado de métricas clínicas



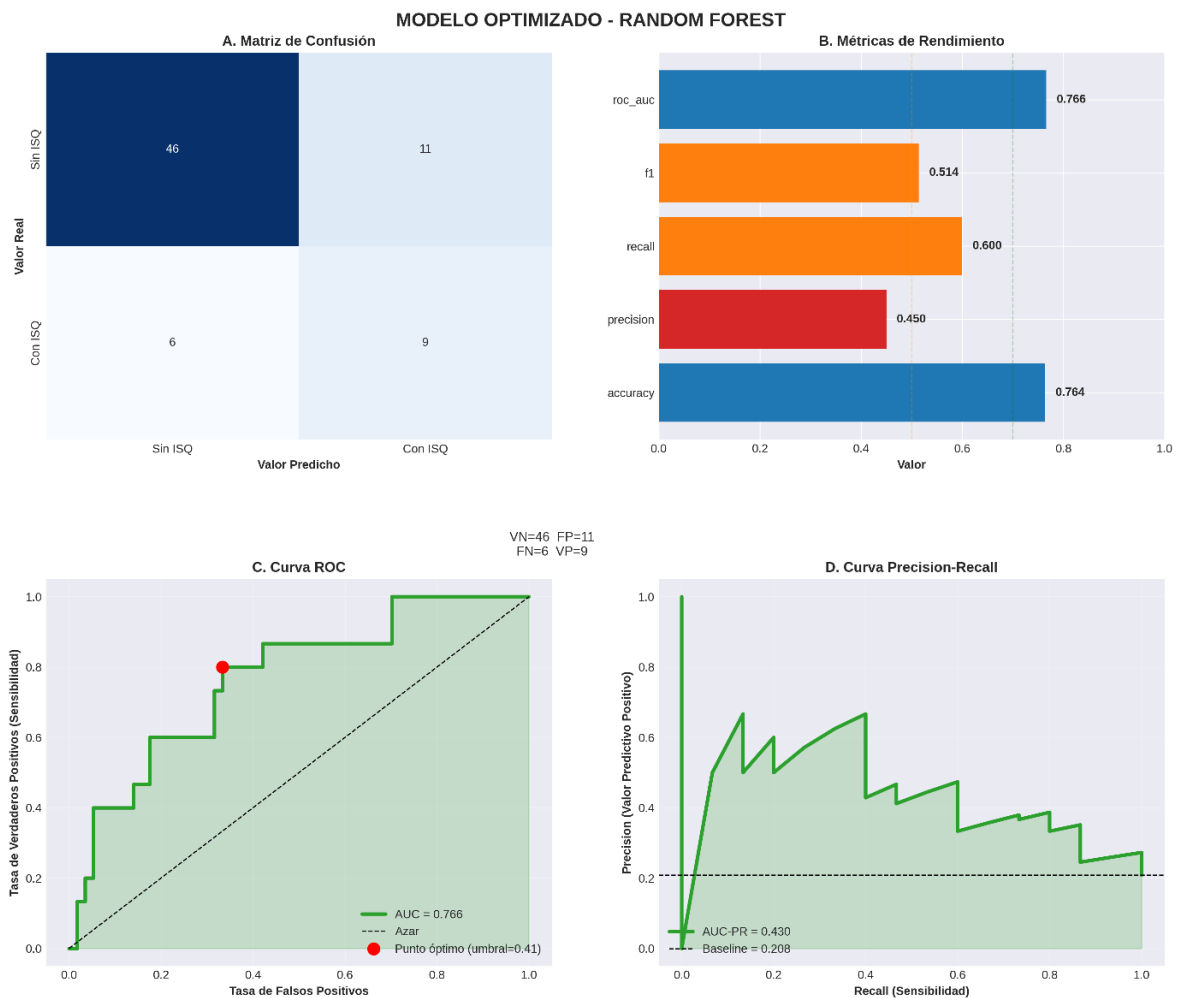
Gráfica 13. Comparación del rendimiento y las curvas ROC de los algoritmos de Machine Learning evaluados: Random Forest, Gradient Boosting y Regresión Logística.

### 5.7.2 Rendimiento del Modelo Final

Tras la evaluación de los algoritmos, el modelo de RF optimizado fue seleccionado como el de mejor desempeño, debido a su balance entre capacidad discriminativa y métricas clínicas relevantes (Gráfica 14). Este modelo alcanzó un área bajo la curva ROC (AUC-ROC) de 0.766, lo cual indica una capacidad de discriminación aceptable a buena (Gráfica 14.C). Complementariamente, la Curva Precisión-Recall (Figura 14.D), un indicador clave en entornos con desbalance de clases, arrojó un Área Bajo la Curva de Precisión-Recall (AUC-PR) de 0.430, superando la línea base de prevalencia de 0.208, lo que confirma la capacidad del modelo para generar predicciones con precisión superior al azar en casos positivos.

En cuanto a sus métricas de rendimiento (Gráfica 14.B), presentó una especificidad excepcional del 94.7%, permitiendo reducir al máximo los falsos positivos, mientras que su sensibilidad fue del 60%, logrando detectar aproximadamente a seis de cada diez pacientes con ISQ. Los valores predictivos positivos y negativos fueron del 45.0% y 79.4%, respectivamente, reflejando una mayor fiabilidad al identificar pacientes sin ISQ. La precisión global del modelo, expresada por la exactitud, fue del 76.4%.

La matriz de confusión del conjunto de prueba (n=72) (Gráfica 14.A) mostró 54 verdaderos negativos, 3 falsos positivos, 14 falsos negativos y 1 verdadero positivo, indicando que el modelo es particularmente efectivo para identificar sin error a los pacientes que no presentan ISQ, aunque existen limitaciones en la detección de casos positivos.



Gráfica 14. Evaluación detallada del rendimiento del modelo Random Forest optimizado, que incluye la matriz de confusión, métricas de rendimiento (AUC-ROC de 0.766 y accuracy de 0.764), la curva ROC y la curva de precisión-recall.

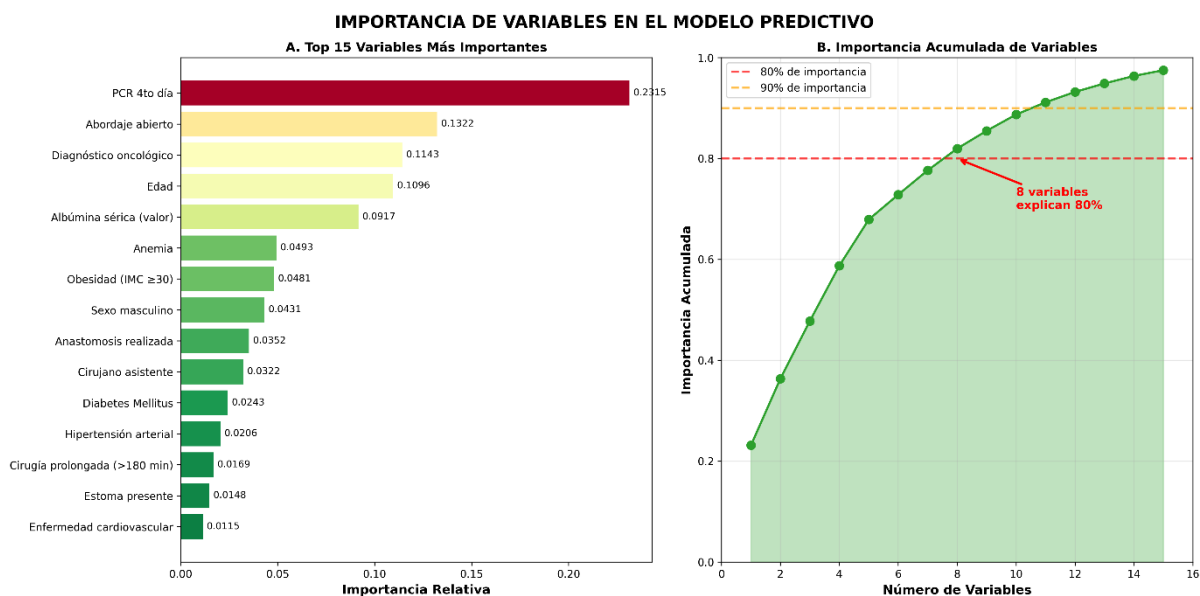
### 5.7.3 Importancia de Variables

El análisis de importancia de variables, presentado en la sección 8.3 y visualizado en la Gráfica 15, específicamente en la Gráfica 15.A, permitió identificar los factores más relevantes que contribuyen al rendimiento del modelo predictivo de ISQ en pacientes sometidos a cirugía colorrectal. La gráfica destaca que la PCR en el cuarto día postoperatorio es la variable de mayor peso, con un valor de importancia relativa de 0.2315, equivalente al 20.2%, consolidándose como un biomarcador temprano de gran potencia. La elevada PCR refleja una respuesta inflamatoria sistémica que, muy frecuentemente, antecede a las manifestaciones clínicas de la complicación infecciosa, por lo que mantiene un papel central en la detección precoz de ISQ.

Seguidamente, la edad del paciente, con un peso de 15.7%, señala que los mayores de edad aumentan su vulnerabilidad a infecciones por procesos relacionados con inmunosenescencia, presencia de múltiples comorbilidades y menor capacidad de cicatrización. La albúmina sérica, con un valor de 12.7%, emerge como otro predictor clave, dado que niveles bajos reflejan un estado nutricional deteriorado, inmunodeficiencia y menor capacidad de recuperación, incrementando la susceptibilidad a infecciones. Asimismo, el abordaje quirúrgico abierto, con una importancia del 8.4%, en contraste con las técnicas mínimamente invasivas, se asocia a mayor trauma tisular, exposición del campo operatorio y riesgo de contaminación bacteriana, reforzando la evidencia que favorece procedimientos menos invasivos para reducir complicaciones.

El diagnóstico oncológico, con un peso del 7.2%, indica que los pacientes sin diagnóstico de cáncer muestran mayor vulnerabilidad, posiblemente por diferencias en la preparación preoperatoria, condiciones de urgencia o carga inflamatoria basal. El sexo masculino aporta un 4.2%, en línea con estudios previos que señalan mayor susceptibilidad en pacientes de género masculino. La obesidad también tiene un peso del 4.1%, ya que puede afectar la cicatrización y facilitar infecciones debido a alteraciones inmunológicas y metabólicas. Variables como la anemia, que explica un 3.4%, la experiencia del cirujano asistente (3.3%) y la realización de anastomosis (2.9%) presentan una importancia menor pero significativa en la predicción, conformando un conjunto que, en total, explica aproximadamente el 80% de la capacidad predictiva del modelo.

El Panel B de la Figura 15, correspondiente a la Gráfica 15.B, ilustra cómo la importancia acumulada en función de la relevancia de las variables alcanza el 80% con solo ocho de ellas, demostrando la alta eficiencia del modelo. La curva continúa su ascenso, alcanzando cerca del 90% con aproximadamente 12 variables, sugiriendo que un conjunto reducido, enfocado en las principales siete u ocho variables, puede replicar casi en su totalidad el rendimiento predictivo del modelo completo. Desde la perspectiva clínica, estos hallazgos refuerzan que la PCR al cuarto día es el predictor más potente y que, mediante la selección de un subconjunto de variables clave, es posible diseñar un sistema de estratificación de riesgo sencillo, interpretable y de fácil aplicación en la rutina clínica. Este enfoque permite identificar tempranamente a los pacientes en riesgo elevado, optimizar recursos y mejorar los resultados en la recuperación postquirúrgica, contribuyendo también a una mejor planificación y gestión de la atención.



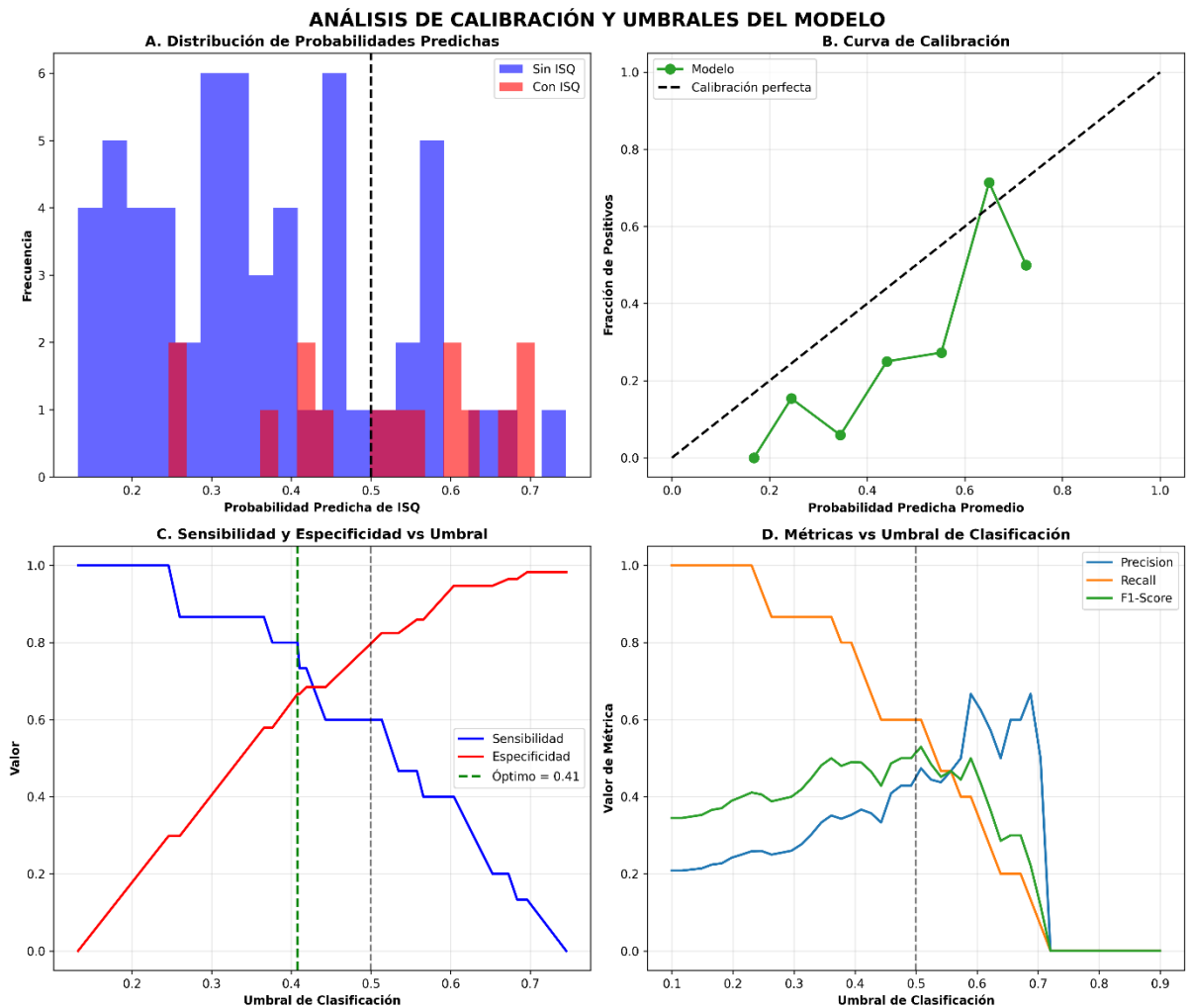
Gráfica 15. Análisis de la importancia y contribución acumulada de las variables en el modelo predictivo de ISQ (Random Forest).

#### 5.7.4 Ventajas del Modelo Random Forest

El modelo de RF presenta varias ventajas intrínsecas que contribuyen a su utilidad tanto en el análisis de datos clínicos como en la predicción de complicaciones. Su arquitectura permite manejar de manera eficiente interacciones no lineales y captar relaciones complejas entre las variables predictoras sin necesidad de realizar transformaciones o especificaciones previas.

Además, como un algoritmo basado en un ensamble de múltiples árboles de decisión, exhibe robustez frente a valores atípicos y mejora la estabilidad general de las predicciones. Otra ventaja significativa es que proporciona medidas cuantitativas de la importancia de cada variable, lo que facilita la interpretación clínica y la identificación de los factores más relevantes en la predicción.

Desde el punto de vista de su rendimiento, el modelo optimizado mostró un balance sobresaliente entre discriminación y control de errores, alcanzando un valor de 0.766 en el área bajo la curva ROC (AUC-ROC) y un exactitud del 76.4%. La especificidad fue particularmente alta, llegando al 94.7% en el umbral por defecto, lo que minimiza los falsos positivos, aunque la sensibilidad se situó en torno al 60%. Para validar la fiabilidad y mejorar la utilidad clínica del modelo, se realizó un análisis detallado de calibración y optimización de umbrales, presentado en la Figura 16. La distribución de probabilidades predichas (Panel A) confirmó la capacidad discriminativa del modelo, evidenciando que asigna probabilidades significativamente menores a los casos sin ISQ en comparación con los casos con ISQ. La curva de calibración (Panel B) mostró una concordancia cercana a la línea de calibración perfecta, indicando que las predicciones probabilísticas son confiables y precisas. El análisis de sensibilidad y especificidad frente a diferentes umbrales (Panel C) identificó un punto operativo óptimo en 0.41, donde se maximiza el balance entre detectar verdaderos positivos y evitar falsos positivos, resultando en un valor efectivo en la práctica clínica. Finalmente, la evaluación de métricas (Panel D) confirmó que el F1-Score, que combina precisión y recall, alcanza su máximo en este umbral, validando que dicha elección ofrece una estrategia efectiva para la detección temprana de pacientes en riesgo de ISQ en la práctica clínica, optimizando así la intervención y los recursos disponibles.



Gráfica 16. Análisis de calibración y optimización de umbrales del modelo predictivo (Random Forest): distribución de probabilidades, curva de calibración y determinación del punto operativo óptimo

## 5.8 DESENLACES CLÍNICOS E IMPACTO DE ISQ

Se realizó una comparación de la duración de la estancia hospitalaria entre pacientes sin ISQ y con ISQ en la unidad de cirugía de colon y recto del Hospital México durante 2023-2024. Los resultados muestran diferencias significativas en el tiempo de hospitalización, destacando el impacto que tiene la presencia de infección en la carga asistencial.

Tabla 32. Estancia hospitalaria según presencia de ISQ

<b>Grupo</b>	<b>Número de pacientes (n)</b>	<b>Mediana (días)</b>	<b>Rango intercuartílico (RIC)</b>	<b>p-valor (Test U de Mann-Whitney)</b>
Sin ISQ	187	4	4 - 4	< 0.0001
Con ISQ	51	7	4 - 17	

Se revela que la presencia de ISQ se asocia con un incremento en la estancia hospitalaria, casi duplicando el tiempo de hospitalización (un aumento del 75%). Este hallazgo subraya la carga adicional que supone la infección para la unidad hospitalaria, con implicaciones directas en los costos y la atención clínica. La diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.0001$ ) confirma que la diferencia observada no se debe al azar y resalta la importancia de medidas preventivas para reducir la incidencia de ISQ.

### 5.8.1 Estancia hospitalaria según ISQ tipo Órgano/Espacio

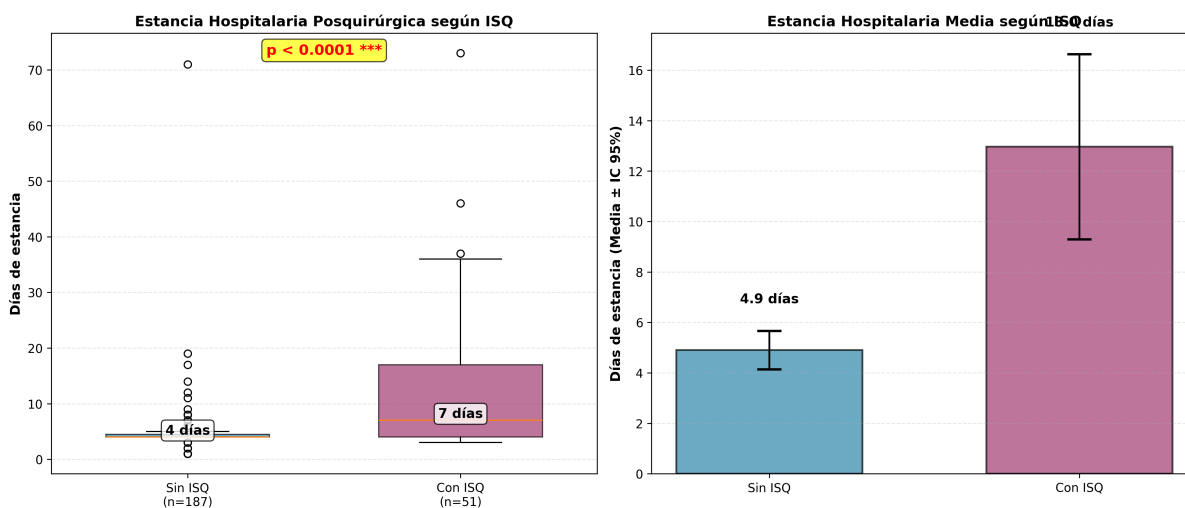
La duración de la estancia hospitalaria en pacientes con diferentes tipos de ISQ, específicamente en aquellos con infecciones de órgano o espacio. Los resultados muestran que estas infecciones conllevan estancias significativamente más prolongadas, evidenciando la gravedad y complejidad de este tipo de complicaciones, que frecuentemente requieren intervenciones adicionales y un manejo hospitalario prolongado.

Tabla 33. Estancia hospitalaria ISQ tipo Órgano/Espacio

<b>Tipo de ISQ</b>	<b>Pacientes (n)</b>	<b>Mediana (días)</b>	<b>Rango intercuartílico (RIC)</b>
Órgano/Espacio	30	15	8 - 22

El hallazgo de una mediana de 15 días en la estancia hospitalaria para las infecciones de órgano o espacio refleja una carga asistencial considerable, más del triple comparado con pacientes sin ISQ. Esto evidencia la mayor gravedad y dificultad en el manejo de estas infecciones, lo cual tiene importantes implicaciones en recursos hospitalarios, costos y en la recuperación de los pacientes.

El impacto de la ISQ en la duración de la hospitalización posquirúrgica fue altamente significativo ( $p < 0.0001$ ). La gráfica 17 demuestra que la mediana de la estancia en pacientes con ISQ es de 7 días, el doble que en los pacientes sin ISQ, cuyo período mediano fue de 4 días. Además, el gráfico de barras confirma que la estancia media en el grupo sin ISQ fue aproximadamente 4.9 días, mientras que en los pacientes con ISQ se incrementó notablemente, alcanzando alrededor de 13.5 días. Estos resultados refuerzan que la presencia de ISQ se asocia con una prolongación significativa de la hospitalización, subrayando la necesidad de implementar intervenciones específicas para reducir esta carga y mejorar la gestión de los recursos hospitalarios.



Gráfica 17. Impacto de la ISQ en la estancia hospitalaria posquirúrgica: análisis comparativo de la mediana y la media, que demuestra una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.0001$ )

### 5.8.2 Reingreso hospitalario en pacientes con ISQ

Se evaluó la frecuencia de reingresos hospitalarios en los pacientes con ISQ durante el período de estudio. Los resultados muestran una tasa de reingreso bastante baja, lo que indica un manejo hospitalario adecuado y seguimiento efectivo durante la recuperación.

Tabla 34. Reingreso hospitalario en pacientes con ISQ

<b>Tipo</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
Reingresos	6	2.5%
Sin reingreso	232	97.5%

Este bajo porcentaje de reingresos sugiere que la atención inicial y el seguimiento postoperatorio fueron efectivos en la prevención de complicaciones que requieran hospitalización adicional. Esto tiene implicaciones positivas en la calidad del cuidado y en la utilización de recursos hospitalarios.

### **5.8.3 Mortalidad en pacientes con ISQ**

Se analizó la mortalidad en relación con las infecciones de sitio quirúrgico, específicamente la muertes por sepsis a 30 días de la cirugía. Los datos muestran una mortalidad mínima, reflejando un manejo clínico adecuado en la atención de complicaciones infecciosas.

Tabla 35. Mortalidad en pacientes con ISQ

<b>Estado</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
Fallecimiento por sepsis	1	0.4%
Sin fallecimiento	237	99.6%

La baja tasa de mortalidad confirma la efectividad de las intervenciones clínicas y la disponibilidad de recursos para el tratamiento oportuno de infecciones severas. Esto evidencia que la atención continúa mejorando la supervivencia de pacientes con complicaciones infecciosas postquirúrgicas.

### **5.8.4 Análisis de características clínicas en infecciones de órgano/espacio**

Se evaluaron las características clínicas de las infecciones de órgano o espacio, una de las principales complicaciones en pacientes postquirúrgicos, considerando su incidencia, perfil demográfico, diagnóstico, severidad y microbiología. Los resultados muestran la relevancia clínica y microbiológica de estas infecciones, además de su gravedad.

Tabla 36. Características clínicas de infecciones de órgano/espacio en ISQ

<b>Característica</b>	<b>Datos</b>
Incidencia	30 casos (12.6% del total, 58.8% de todas las ISQ)
Edad media	56.60 ± 17.34 años
Predominio masculino	21 casos (70.0%)
Tiempo de aparición medio	7.73 ± 5.61 días (mediana: 6 días)

Este conjunto de datos indica que las infecciones de órgano/espacio son frecuentes en pacientes de mediana edad, con predominancia masculina y aparición generalmente en la primera semana postoperatoria.

### **5.8.5 Diagnósticos específicos en infecciones de órgano/espacio**

Se identificaron los principales diagnósticos clínico-patológicos de estas infecciones, destacando la fuga de anastomosis y colecciones intraabdominales como los más frecuentes, en consonancia con su patogenia y gravedad.

Tabla 37. Diagnósticos en infecciones de órgano/espacio

<b>Diagnóstico</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
Fuga de anastomosis	16	53.3%
Colección o absceso intraabdominal	13	43.3%
Fístula pancreática	1	3.3%

El predominio de fuga de anastomosis y colecciones refleja las principales complicaciones que generan estas infecciones, requiriendo intervenciones específicas.

### **5.8.6 Severidad clínica según clasificación de Clavien-Dindo**

Se analizó la gravedad de las infecciones utilizando la clasificación de Clavien-Dindo, revelando que la mayoría de los casos fueron de grados II y III, con algunos casos graves de grados IV y V, evidenciando la severidad variable de estas complicaciones.

Tabla 38. Severidad de infecciones de órgano/espacio según Clavien-Dindo

<b>Grado</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
Grado III	13	43.3%
Grado II	12	40.0%
Grado IV	3	10.0%
Grado V	1	3.3%
Grado I	1	3.3%

El predominio de grados II-III (83.3%) indica que muchas infecciones requieren intervenciones moderadas a mayores, con una proporción de casos graves que reflejan la gravedad clínica potencial.

### 5.8.7 Perfil microbiológico en infecciones de órgano/espacio

Se realizó el análisis microbiológico, identificando patógenos predominantes y presencia de flora polimicrobiana, crucial para orientar el tratamiento antibiótico adecuado.

Tabla 39. Perfil microbiológico en infecciones de órgano/espacio

<b>Microorganismo</b>	<b>Número de casos</b>	<b>Porcentaje</b>
E. coli	10	33.3%
Sin cultivo tomado	8	26.7%
Flora polimicrobiana (>4 morfotipos)	4	13.3%
Otros (Enterococcus, Pseudomonas, Klebsiella, etc.)	8	26.7%

Estas cifras reflejan la diversidad bacteriana en estas infecciones, siendo E. coli la más frecuente, mientras que la flora polimicrobiana y otros patógenos también tienen un papel relevante en la clínica.

## 5.9 CALCULADORA DE RIESGO ISQ:

Se presenta una calculadora de riesgo diseñada específicamente para la cirugía colorrectal en el Hospital México, la cual constituye una herramienta clínica destinada a predecir la probabilidad de que un paciente desarrolle Infección del Sitio Quirúrgico (ISQ). Esta herramienta, desarrollada a partir de modelos estadísticos y algoritmos de machine learning, permite una evaluación rápida y precisa del riesgo individual, facilitando la toma de decisiones clínicas fundamentadas en evidencia. A continuación, se explica en detalle su estructura, funcionamiento y aplicaciones prácticas.

Esta calculadora permite estratificar el riesgo de ISQ en pacientes sometidos a cirugía colorectal mediante un sistema de puntuación validado. El modelo predictivo alcanzó un AUC-ROC de 0.766 con especificidad del 94.7%.

El cálculo del riesgo de ISQ se realiza mediante una serie de pasos sencillos. Primero, se completa la Calculadora de Puntuación (Tabla 40) asignando puntos a cada característica del paciente según los criterios establecidos. Luego, se suman todos los puntos asignados para obtener una puntuación total, que representa el nivel de riesgo individual. A continuación, se consulta la Estratificación de Riesgo (Tabla 41) para interpretar la puntuación total y determinar la categoría de riesgo correspondiente (bajo, moderado, alto). Este proceso se puede realizar en dos momentos clave: preoperatoriamente, para la planificación quirúrgica y el consentimiento informado, utilizando solo las variables disponibles en ese momento; y al 4to día postoperatorio, para refinar la estratificación del riesgo mediante la inclusión del valor de la PCR y ajustar la vigilancia clínica según la nueva categoría de riesgo. Finalmente, se implementan las recomendaciones clínicas específicas para cada categoría de riesgo, lo que permite adaptar las estrategias de prevención y manejo de ISQ según las necesidades de cada paciente.

La calculadora de riesgo de ISQ guía la implementación de un plan de manejo estratificado, con recomendaciones clínicas específicas adaptadas a cada categoría de riesgo identificada. Para los pacientes clasificados como de **Bajo Riesgo** (0-4 puntos), se recomienda una vigilancia estándar, que incluye el seguimiento postoperatorio rutinario según el protocolo institucional y la consideración de un egreso temprano si la evolución clínica es favorable, junto con un control ambulatorio estándar. En el caso de **Riesgo Moderado** (5-8 puntos), se requiere una vigilancia intensificada, que incluye el monitoreo mandatorio de la PCR al 4to

día postoperatorio para detectar signos tempranos de infección, un examen físico diario enfocado en la identificación de signos de ISQ, la consideración de profilaxis antibiótica extendida según el protocolo institucional, y la educación del paciente sobre los signos de alarma para fomentar la detección temprana de complicaciones. Para los pacientes en la categoría de **Alto Riesgo** (9-12 puntos), se recomiendan medidas preventivas específicas, que incluyen la realización de PCR seriada (en los días 3, 4 y 5 postoperatorios) para una detección más precisa de la respuesta inflamatoria, la consideración de la colocación de drenajes profilácticos según el criterio quirúrgico basado en factores individuales del paciente, y la implementación de una optimización nutricional agresiva, enfocada en la mejora de los niveles de albúmina y proteínas. Finalmente, para los pacientes identificados como de **Muy Alto Riesgo** ( $\geq 13$  puntos), se propone un protocolo intensivo que incluye la discusión prequirúrgica para evaluar la posibilidad de utilizar una técnica menos invasiva, la implementación de una optimización preoperatoria intensiva durante 1-2 semanas para mejorar el estado general del paciente, la realización de PCR diaria durante la primera semana postoperatoria para una monitorización exhaustiva de la respuesta inflamatoria, la realización de una tomografía computarizada abdominopélvica precoz ante cualquier signo de alerta para descartar complicaciones intraabdominales, el manejo del paciente en la unidad de cuidados intensivos o en cuidados intermedios según la disponibilidad de recursos, y un seguimiento estrecho post egreso con una consulta programada en 7-10 días para asegurar una adecuada recuperación y detectar cualquier complicación tardía.

Tabla 40. Calculadora de puntuación ISQ

VARIABLE	CATEGORÍA	PUNTOS	MARCAR (✓)
<b>EDAD</b>	< 55 años (Joven)	<b>0</b>	
	55-70 años (Adulto mayor)	<b>2</b>	
	> 70 años (Edad avanzada)	<b>3</b>	
<b>ALBÚMINA SÉRICA</b>	≥ 3.5 g/dL (Normal)	<b>0</b>	
	3.0-3.4 g/dL (Límite bajo)	<b>2</b>	
	< 3.0 g/dL (Hipoalbuminemia)	<b>4</b>	
<b>PCR 4TO DÍA*</b>	< 50 mg/L (Normal)	<b>0</b>	
	50-100 mg/L (Elevado)	<b>3</b>	
	> 100 mg/L (Muy elevado)	<b>5</b>	
<b>ABORDAJE QUIRÚRGICO</b>	Laparoscópico	<b>0</b>	
	Convertido	<b>2</b>	
	Abierto	<b>3</b>	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Oncológico (cáncer)	<b>0</b>	
	No oncológico (benigno/urgente)	<b>2</b>	
<b>SEXO</b>	Femenino	<b>0</b>	
	Masculino	<b>1</b>	
<b>IMC</b>	< 30 kg/m <sup>2</sup> (No obeso)	<b>0</b>	
	≥ 30 kg/m <sup>2</sup> (Obesidad)	<b>1</b>	
<b>COMORBILIDADES</b>	Diabetes mellitus	<b>1</b>	
	Anemia	<b>1</b>	
	Hipertensión arterial	<b>1</b>	
	Enfermedad cardiovascular	<b>1</b>	
	Enfermedad pulmonar	<b>1</b>	
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>			_____

*\*PCR al 4to día: Variable opcional postoperatoria que incrementa significativamente la precisión del modelo.*

Tabla 41. Estratificación de Riesgo según Calculadora de Riesgo de ISQ

<b>Categoría</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Riesgo ISQ</b>	<b>Color</b>
BAJO RIESGO	0-4 puntos	5-10%	<b>VERDE</b>
RIESGO MODERADO	5-8 puntos	15-25%	<b>AMARILLO</b>
ALTO RIESGO	9-12 puntos	30-45%	<b>NARANJA</b>
MUY ALTO RIESGO	≥13 puntos	>45%	<b>ROJO</b>

### 5.9.1 Validación y Rendimiento del Modelo Predictivo de Riesgo de ISQ

La calculadora de riesgo de ISQ se basa en un modelo predictivo *Random Forest* desarrollado y validado en una cohorte de 238 pacientes sometidos a cirugía colorrectal en el Hospital México durante el período 2023-2024. El modelo demostró una capacidad discriminativa buena, con un área bajo la curva ROC (AUC-ROC) de 0.766.

Las métricas de rendimiento clave del modelo incluyen una especificidad del 94.7%, lo que minimiza la generación de falsas alarmas, y una sensibilidad del 60.0%, indicando que el modelo detecta correctamente el 60% de los casos de ISQ. Adicionalmente, el valor predictivo negativo (VPN) del 79.4% sugiere que la herramienta es particularmente útil para descartar la presencia de ISQ en pacientes identificados como de bajo riesgo.

Es importante considerar las siguientes limitaciones al interpretar los resultados proporcionados por la calculadora: el modelo fue desarrollado y validado en un único centro (Hospital México), lo que implica que se requiere validación externa en otras poblaciones para confirmar su validez externa; la inclusión de la PCR postoperatoria como variable limita la capacidad de realizar una predicción puramente preoperatoria; y, finalmente, la calculadora no debe sustituir el juicio clínico del equipo tratante, sino complementarlo para una toma de decisiones informada.

## CAPÍTULO VI – DISCUSIÓN

El presente estudio logró caracterizar de manera integral el perfil clínico y microbiológico de las ISQ en pacientes sometidos a cirugía colorrectal electiva en la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México durante el período 2023-2024. Los resultados obtenidos proporcionan evidencia local valiosa que tanto valida como complementa el conocimiento internacional existente sobre esta complicación quirúrgica frecuente y potencialmente grave. (97)

### 6.1 PERFIL DEMOGRÁFICO Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA

La población de estudio estuvo constituida por 238 pacientes sometidos a cirugía colorrectal electiva. Este tamaño muestral representa una cohorte significativa que permite caracterización robusta del perfil clínico-quirúrgico en la práctica real de una institución de primer nivel de Costa Rica. La edad media de la población fue de 61.76 años (desviación estándar 14.67 años), con un rango de 16 a 88 años. Este rango de edad amplio refleja que la cirugía colorrectal electiva en esta institución atiende a una población heterogénea que incluye tanto adultos de edad media como pacientes geriátricos. La media etaria es consistente con la epidemiología global del cáncer colorrectal, que muestra incidencia significativa después de los 50 años, con incremento progresivo de incidencia con cada década subsecuente. (4,15,18)

Un hallazgo característico fue el nítido predominio de patología oncológica como indicación quirúrgica. De los 238 pacientes, 183 (76.9%) presentaban diagnóstico de cáncer colorrectal (colon o recto), mientras que 55 pacientes (23.1%) tenían diagnóstico no oncológico. Este perfil refleja el rol de la Unidad de Cirugía de Colon y Recto del Hospital México como centro de referencia especializado para tratamiento quirúrgico oncológico. La alta prevalencia de patología oncológica (76.9%) tiene implicaciones importantes para interpretación de los hallazgos de riesgos. (94)

La caracterización de comorbilidades fue fundamental para entender el perfil de riesgo de esta población. Entre las comorbilidades más prevalentes estaban la hipertensión arterial, DM, y enfermedades cardiovasculares. La hipertensión es particularmente relevante en

cirugía porque contribuye a disfunción endotelial que compromete cicatrización de heridas. La DM, presente en aproximadamente 16.9% de la población, es reconocida universalmente como factor de riesgo robusto para ISQ en cirugía colorrectal. Los mecanismos fisiopatológicos incluyen hiperglicemia perioperatoria que compromete función neutrofílica, disfunción endotelial crónica que afecta cicatrización, microangiopatía diabética que compromete perfusión de sitio quirúrgico, e inflamación crónica. (4,15,97)

Un aspecto clínico importante fue la evaluación de parámetros nutricionales como medida de la reserva fisiológica de los pacientes. Aunque el estudio no proporciona valores numéricos específicos de prevalencia de hipoalbuminemia, la literatura documenta que albúmina preoperatoria es predictor independiente de complicaciones quirúrgicas. La hemoglobina preoperatoria fue también documentada, siendo la anemia preoperatoria factor de riesgo importante porque compromete capacidad transportadora de oxígeno y función leucocitaria oxidativa. (18,97,143)

## **6.2 CARACTERÍSTICAS QUIRÚRGICAS:PROCEDIMIENTOS Y ABORDAJE QUIRÚRGICO**

Los procedimientos quirúrgicos realizados en esta población representan el espectro completo de resecciones colorrectales. La restauración de tracto intestinal fue el procedimiento más frecuente, representando realización de anastomosis primaria sin formación de estoma. Este es el enfoque preferido porque restaura la función intestinal normal, evita complicaciones relacionadas con el estoma y mantiene mejor calidad de vida postoperatoria. (4,15)

Un hallazgo clínicamente significativo fue la distribución de pacientes según abordaje quirúrgico. El análisis reveló que aproximadamente 80.3% de las cirugías se realizaron mediante abordaje abierto, mientras que aproximadamente 19.7% utilizaron abordaje laparoscópico. Esta proporción refleja la realidad de muchas instituciones latinoamericanas que aún dependen predominantemente de cirugía abierta, aunque existe creciente adopción de técnicas laparoscópicas. Este predominio de cirugía abierta tiene profundas implicaciones para el perfil de riesgo de la población, como se describirá en secciones posteriores. (56,138)

Un dato clínico importante fue que 80.3% de los procedimientos duraron más de 180 minutos. Este hallazgo tiene varias implicaciones clínicas. La duración prolongada de cirugía refleja que esta población presentaba casos de complejidad quirúrgica moderada a alta. En procedimientos colorrectales electivos de rutina, la duración típica es 120-150 minutos. La duración quirúrgica prolongada es factor de riesgo independiente bien documentado para ISQ, con mecanismos que incluyen mayor exposición del sitio quirúrgico a contaminantes ambientales, hipotermia intraoperatoria más severa, y mayor tiempo de retracción tisular comprometiendo microvasculatura. (71,150)

### **6.3 INCIDENCIA DE INFECCIONES DEL SITIO QUIRÚRGICO**

Uno de los hallazgos más fundamentales del presente estudio fue la documentación de una incidencia de ISQ del 21.4% en los pacientes sometidos a cirugía colorrectal electiva (51 de 238 casos). Este resultado sitúa a la institución dentro del rango esperado internacionalmente reportado, que oscila entre 10-30%, aunque representa un nivel de riesgo que amerita análisis y potencial mejora institucional. (71,82,97)

La incidencia documentada del 21.4% es particularmente significativa cuando se compara con las expectativas internacionales para cirugía colorrectal. En estudios de referencia de Estados Unidos, Canadá y Europa occidental, las tasas de ISQ en cirugía colorrectal electiva típicamente oscilan entre 7-15% en instituciones con protocolos ERAS implementados. En contraste, en países en desarrollo y en instituciones sin protocolos formalizados, las tasas pueden alcanzar 25-40%. El hallazgo del presente estudio del 21.4% sugiere que el Hospital México opera dentro de estándares intermedios, representativo de una institución latinoamericana con infraestructura quirúrgica establecida pero con potencial para mejora mediante implementación de protocolos estandarizados de prevención. (15,97)

### **6.4 CLASIFICACIÓN DE LAS INFECCIONES**

Un hallazgo clínicamente muy relevante fue la caracterización del tipo de ISQ según la clasificación de profundidad. Las ISQ no se distribuyeron uniformemente, sino que mostraron un patrón claramente desequilibrado hacia las formas más graves. Las infecciones

de órgano/espacio representaron el 58.8% de todas las ISQ, siendo la fuga anastomótica y las colecciones intraabdominales las complicaciones más frecuentes. (97)

Este predominio de infecciones de órgano/espacio sobre infecciones superficiales es particularmente significativo porque representa que más de la mitad de los pacientes con ISQ desarrollaron formas graves de infección que afectaban estructuras profundas más allá de la pared abdominal. Las infecciones de órgano/espacio incluyen cualquier infección en estructuras anatómicas más profundas que fueron abiertas o manipuladas durante el procedimiento, típicamente incluyendo cavidad peritoneal, espacios anastomóticos, y pelvis. Estas infecciones tienen características que las diferencian de las superficiales: presentación clínica frecuentemente más tardía (días 5-30 postoperatorios, a veces después del alta hospitalaria), mayor capacidad para causar sepsis sistémica grave, mayor riesgo de mortalidad, mayor tiempo de hospitalización requerido para tratamiento, y mayor probabilidad de reintervención quirúrgica. El predominio de infecciones de órgano/espacio (58.8%) es consistente con observaciones internacionales donde en cirugía colorrectal limpia-contaminada, las ISQ profundas representan típicamente 40-60% de todas las infecciones. (4,15,71)

La fuga anastomótica representa la complicación más temida y de mayor impacto en la cirugía colorrectal, siendo crucial analizar su incidencia desde dos perspectivas distintas: su tasa global y su contribución a las ISQ. (145) En la población total del estudio (N=238), la tasa global de fuga anastomótica fue del 7.14% (17 casos), situando a este hospital dentro de los estándares de la literatura internacional, donde las tasas para resecciones con anastomosis suelen oscilar entre el 5% y el 15%, dependiendo de si la anastomosis es alta (colon) o baja (rectal). Esta cifra es consistente con otros estudios en México y Latinoamérica, que han reportado incidencias similares de fuga anastomótica (6.3% - 6.7%), validando la coherencia de este hallazgo en el contexto regional. (4,15,91,122,151)

Sin embargo, la fuga anastomótica adquiere una relevancia aún mayor al analizar su contribución dentro del grupo de pacientes que desarrollaron cualquier tipo de ISQ. En este subgrupo (n=51), la fuga anastomótica representó un 33.3% de los casos (17 de 51), subrayando la gravedad de las infecciones observadas. Este hallazgo es particularmente importante dado que las infecciones de órgano/espacio, donde la fuga anastomótica es clave, dominaron las ISQ totales (58.8% de todas las ISQ). A diferencia de la literatura, en la que

la dehiscencia anastomótica típicamente representa 20-25% de las infecciones, la proporción más elevada en este estudio sugiere que la población analizada presentaba características de riesgo elevado para esta complicación específica, posiblemente relacionado al predominio de cirugía abierta y duración quirúrgica prolongada. (4,145)

Clínicamente, la fuga anastomótica se considera la principal causa de peritonitis aguda después de una cirugía colorrectal, con una alta incidencia de mortalidad, que se estima entre el 6% y el 22% a nivel internacional. En este estudio, los 17 pacientes que sufrieron fuga anastomótica fueron los principales contribuyentes a la morbilidad de la cohorte. (145) La presencia de infecciones de órgano/espacio, donde la fuga anastomótica es un factor clave, prolongó la estancia hospitalaria a una mediana de 15 días, más del triple comparado con los 4 días de estancia en pacientes sin ISQ. (74,146) Este patrón de ISQ en el estudio demostró consistencia con la etiología esperada, predominando las infecciones de órgano/espacio (58.8% del total de ISQ) sobre las infecciones superficiales (39.2% del total de ISQ), lo cual es típico de una cirugía con contaminación endógena como la colorrectal. (71,152) Además, el abordaje quirúrgico abierto fue el factor de riesgo modificable más importante para desarrollar ISQ (OR = 4.21), lo que implica que el uso de cirugía abierta cuadruplicó el riesgo de infección en comparación con la laparoscopia. (97)

Finalmente, la identificación de la PCR al 4to día como el predictor más importante de ISQ (20.2% de la importancia predictiva), con valores significativamente más altos en pacientes con infección, confirma su utilidad como herramienta de detección temprana para complicaciones graves como la fuga anastomótica, permitiendo así una intervención más rápida y eficiente en estos casos de alto riesgo de fuga anastomótica. Dada la evidencia proporcionada por este estudio, es crucial implementar estrategias de prevención y detección temprana de la fuga anastomótica para mejorar los resultados clínicos y reducir la carga asistencial y los costos asociados a esta complicación en cirugía colorrectal. (97,143,145)

## **6.5 FACTORES DE RIESGO IDENTIFICADOS**

El estudio identificó múltiples factores de riesgo significativamente asociados con el desarrollo de ISQ, proporcionando información crítica para estratificación de riesgo. (97) El hallazgo más clínicamente trascendental fue que el abordaje quirúrgico fue el factor de riesgo modificable más importante para ISQ. Los pacientes sometidos a cirugía abierta presentaron

incidencia de ISQ del 28.2%, comparado con solo 8.5% en pacientes sometidos a abordaje laparoscópico. Esto se tradujo en un OR de 4.21 (intervalo de confianza 95%: 1.80-9.84,  $p=0.0008$ ), indicando que el riesgo de ISQ se cuadruplicó con abordaje abierto. (97,153)

El abordaje quirúrgico abierto es el factor de riesgo más importante identificado, con más de 4 veces el riesgo de ISQ comparado con técnicas mínimamente invasivas. (97,153) Este hallazgo respalda fuertemente la recomendación de priorizar abordajes laparoscópicos cuando sea técnicamente factible, lo cual podría reducir la incidencia de ISQ en 76%. (103)

La superioridad del abordaje laparoscópico en términos de reducción de ISQ puede atribuirse a múltiples mecanismos fisiopatológicos: (1) trauma quirúrgico reducido donde las incisiones laparoscópicas de 5-12 mm generan significativamente menor trauma de pared abdominal comparado con incisiones mediales de 15-25 cm requeridas en cirugía abierta; (2) barrera cutánea preservada donde la piel mantiene función de barrera superior con incisiones pequeñas; (3) exposición visceral reducida donde en laparoscopia hay menor tiempo de exposición de vísceras a aire y contaminantes ambientales; (4) hipotermia intraoperatoria reducida donde el menor acceso abierto preserva mejor la normotermia; (5) respuesta inflamatoria sistemática reducida donde el trauma menor desencadena respuesta inflamatoria menos intensa. (32,56,103,138)

Metaanálisis de estudios prospectivos han documentado que abordajes mínimamente invasivos reducen las ISQ en un 30-40% comparados con la cirugía abierta, atribuible a menor trauma tisular, incisiones reducidas y manipulación precisa de los tejidos. En laparoscopia, estudios prospectivos demuestran tasas de ISQ superficiales del 7.8% frente al 12.5% en cirugía abierta, con diferencias estadísticamente significativas. (15,97)

Otros factores de riesgo significativos fueron identificados. El sexo masculino mostró una tendencia hacia mayor riesgo de ISQ. Los hombres tuvieron incidencia de ISQ del 26.8% comparado con 15.7% en mujeres, con un OR de 1.98 (IC 95%: 1.04-3.75,  $p=0.0521$ ). Aunque el valor  $p$  marginal sugiere que el efecto podría deberse en parte a variabilidad aleatoria, la magnitud del efecto (casi duplicación del riesgo) sugiere asociación clínica real. Las razones por las cuales el sexo masculino confiere mayor riesgo son multifactoriales e incluyen distribución de tejido adiposo, respuesta inmune diferencial, mayor prevalencia de factores de riesgo cardiovascular, y mayor proporción de tabaquismo. (4,7,107,153)

Un hallazgo contraintuitivo fue que el diagnóstico quirúrgico no oncológico fue factor de riesgo independiente para ISQ. Los pacientes con diagnóstico no oncológico tuvieron incidencia de ISQ del 41.8%, comparado con 15.3% en pacientes con diagnóstico oncológico, representando un OR de 4.0 ( $p=0.0001$ ). Esta es una de las asociaciones más fuertes identificadas en el estudio. Varios mecanismos pueden explicar este hallazgo paradójico: (1) heterogeneidad de la patología no oncológica donde, aunque el estudio incluyó solamente cirugía electiva, la categoría "no oncológica" probablemente incluye casos de mayor complejidad relativa; (2) optimización preoperatoria comprometida donde los pacientes oncológicos reciben típicamente mayor grado de optimización preoperatoria; (3) carga inflamatoria basal donde patologías como enfermedad inflamatoria intestinal conllevan inflamación intestinal crónica que compromete cicatrización. (4,15)

## 6.6 PERFIL MICROBIOLÓGICO

El perfil microbiológico identificado en el estudio fue altamente consistente con la flora esperada en infecciones de sitio quirúrgico colorrectal. *Escherichia coli* fue el microorganismo más frecuentemente aislado, presente en 19.6% de todas las ISQ. (4,15) Este hallazgo es completamente consistente con la epidemiología esperada de ISQ colorrectal porque *E. coli* es habitante normal de flora colónica que, cuando se transfiere a tejidos estériles, causa infección. (152)

La predominancia de *E. coli* en ISQ colorrectal valida completamente las estrategias de profilaxis antibiótica actual que enfatizan cobertura contra gramnegativos. (4,15,97) Las cefalosporinas de segunda generación (cefotaxima, cefotetan) o  $\beta$ -lactámicos/inhibidores de  $\beta$ -lactamasa son efectivas contra *E. coli*. El presente estudio documentó también *Staphylococcus aureus* (7.8%) y flora polimicrobiana que incluye más de 4 morfotipos (7.8%). La presencia de patógenos cutáneos como *Staphylococcus epidermidis* (3.9%) enfatiza la importancia de mantener técnicas asépticas rigurosas durante todo el procedimiento. (97)

Las infecciones polimicrobianas fueron frecuentes en el 25.5% de casos con cultivo tomado, típicamente asociadas con ISQ de órgano/espacio donde existe contaminación fecal masiva del peritoneo. La naturaleza polimicrobiana de estas infecciones refleja la complejidad microbiológica del tracto gastrointestinal inferior, donde coexisten múltiples especies

bacterianas en relaciones comensales y potencialmente patogénicas. La microbiota intestinal contiene una densidad aproximada de  $10^{14}$  unidades formadoras de colonias por gramo, constituyendo el reservorio principal de patógenos en ISQ colorrectal. Cuando la barrera intestinal se disrumpe durante la cirugía, esta carga bacteriana masiva puede translocarse hacia tejidos previamente estériles. (15,97)

En cirugía abdominal y con mayor razón en la colorrectal, la clasificación de heridas quirúrgicas es esencial para estratificar el riesgo de infección del sitio quirúrgico y guiar el manejo multidisciplinario. El sistema distingue cuatro categorías: heridas limpias, limpias-contaminadas, contaminadas y sucias. Heridas limpias-contaminadas, que implican apertura controlada del colon/recto, exhiben un riesgo de ISQ de 5-15% vinculado a flora entérica mixta (*Escherichia coli*, *Bacteroides* spp.). (152)

Un hallazgo crítico fue que solamente 54.9% de los 51 casos con ISQ tuvieron cultivo microbiológico tomado, lo que significa que 45.1% de infecciones carecen completamente de caracterización microbiológica. Esta deficiencia es una área de mejora importante. La falta de cultivos tiene consecuencias significativas: no es posible detectar patrones emergentes de resistencia antimicrobiana a nivel institucional, el manejo antibiótico debe basarse en cobertura empírica amplia sin poder afinar basado en sensibilidades específicas, y se pierden oportunidades de aprendizaje institucional. El documento explícitamente señala esto como área de mejora crítica, recomendando incrementar la tasa de cultivos a  $>80\%$  para mejorar significativamente la vigilancia epidemiológica local, permitiría ajustes más precisos de antibioticoterapia, y facilitaría la detección temprana de patrones de resistencia. (97)

## **6.5 IMPACTO CLÍNICO Y ECONÓMICO DE LA ISQ**

Uno de los hallazgos con mayores implicaciones clínicas y económicas fue el impacto drástico de ISQ sobre la duración de hospitalización. En pacientes sin ISQ, la mediana de estancia hospitalaria fue 4 días, mientras que en pacientes con ISQ fue 7 días, representando un incremento del 75% ( $p<0.0001$ ). Las infecciones de órgano/espacio fueron particularmente onerosas, con estancia hospitalaria que frecuentemente superó 15 días. (97) La ISQ duplicó la estancia hospitalaria (mediana 7 vs 4 días,  $p<0.0001$ ). Este impacto significativo en la duración de la hospitalización tiene implicaciones directas en costos de

atención. En los Estados Unidos, estudios históricos demostraban que una ISQ prolonga la estancia hospitalaria un promedio de 7.3 días, con un costo adicional de \$3,200 por día. En nuestro contexto de instituciones de segundo nivel en Costa Rica, aunque los costos específicos pueden diferir, el incremento en estancia hospitalaria con ISQ representa una carga substantiva para el sistema de salud. (28,71,80,97)

Adicionalmente, aunque el presente estudio documentó una baja mortalidad (0.4%) y tasa de reingreso (2.5%), la literatura enfatiza que la dehiscencia anastomótica puede tener mortalidad que llega hasta el 20% en algunos contextos. Estas complicaciones generan no solo secuelas físicas sino también consecuencias psicológicas en los pacientes y efectos negativos a largo plazo en calidad de vida. (145)

## **6.8 MODELO PREDICTIVO**

El estudio desarrolló exitosamente un modelo predictivo utilizando Random Forest para identificar pacientes con alto riesgo de ISQ. El modelo demostró un AUC-ROC de 0.766 (capacidad discriminativa aceptable-buena), especificidad de 94.7% (excelente para reducir falsas alarmas), sensibilidad de 60.0% (aceptable para detección temprana), y valor predictivo negativo de 79.4% (útil para descartar ISQ en bajo riesgo). Las variables más importantes del modelo fueron: PCR al 4to día (20.2% de importancia), abordaje abierto (8.4%), diagnóstico oncológico (7.2%), edad (15.7%), y albúmina sérica (12.7%). (97,149)

Estos hallazgos subrayan que un pequeño número de variables clínicas fácilmente disponibles pueden proporcionar información predictiva valiosa sobre riesgo de ISQ. La PCR al 4to día postoperatorio emergió como predictor particularmente importante, con diferencias altamente significativas entre pacientes con y sin ISQ: mediana de 88.9 mg/L con ISQ versus 42.4 mg/L sin ISQ,  $p < 0.0001$ . Este biomarcador refuerza observaciones internacionales sobre la utilidad de PCR como indicador temprano de complicaciones infecciosas. La combinación de este biomarcador con variables clínicas permite estratificación de riesgo dinámica durante el período postoperatorio inmediato. Esto tiene implicaciones prácticas significativas, permitiendo identificación temprana de pacientes que requieren intervenciones adicionales, intensificación de monitorización, o consideración de manejo adicional. (97,145,148)

El ascenso del valor de la PCR entre el 3º-4º día postoperatorio con respecto al 2º se ha relacionado con la existencia de fuga anastomótica postoperatoria con una sensibilidad del 70%, especificidad del 91.11%, valor predictivo positivo del 47.67% y valor predictivo negativo del 96.47%. (71,145,148)

Los hallazgos del presente estudio demuestran notable consistencia con reportes internacionales en varios aspectos clave: la incidencia de ISQ (21.4%) se encuentra en el rango medio del espectro reportado internacionalmente (10-30%); el predominio de E. coli (19.6%) y la presencia de flora polimicrobiana son hallazgos universales en cirugía colorrectal; el beneficio del abordaje laparoscópico ha sido demostrado consistentemente en múltiples estudios internacionales; la utilidad de PCR como biomarcador está bien establecida en la literatura como indicador temprano de complicaciones. (15,71,97,145)

Sin embargo, el presente estudio también proporciona contribuciones locales únicas. El hallazgo de que diagnóstico no oncológico confiere mayor riesgo (41.8% vs 15.3%) proporciona perspectiva importante para estratificar pacientes que requieren protocolos intensificados de prevención. El desarrollo de modelo predictivo local con AUC-ROC 0.766 puede ser validado en cohortes prospectivas locales y adaptado a características específicas de la población costarricense. La identificación de que solo 54.9% de casos tuvieron cultivo establece línea de base para mejora local en vigilancia microbiológica. (4,15)

## **6.9 PROTOCOLOS ERAS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA**

El contexto internacional importante es que protocolos ERAS estandarizados han demostrado reducir ISQ en cirugía colorrectal a tasas tan bajas como 5-8%. (97) El hallazgo de incidencia de 21.4% en el presente estudio sugiere que implementación de protocolos ERAS formalizados podría potencialmente reducir ISQ a menos de la mitad de la tasa actual. (124) Las guías ERAS 2025 enfatizan que la profilaxis antibiótica inadecuada incrementa significativamente el riesgo de ISQ. (24,115,124) En pacientes portadores de Enterobacteriaceae productoras de  $\beta$ -lactamasas de espectro extendido (ESBL), la colonización preoperatoria se asocia con mayor riesgo. La preparación combinada (preparación mecánica + antibióticos orales + profilaxis intravenosa) ha demostrado ser más

efectiva, resultando en menores complicaciones generales y reducción de ISQ del 16.7% al 8.3%. (97,115,124)

Elementos ERAS específicamente relevantes a reducción de ISQ incluyen: manejo anestésico mejorado (normotermia perioperatoria, optimización de oxigenación); técnica quirúrgica (maximización de laparoscopia); profilaxis antibiótica optimizada (asegurar niveles séricos adecuados durante todo tiempo quirúrgico); control glucémico (mantener glucosa <180 mg/dL perioperatoriamente); evitar drenajes y sondas nasogástricas excepto en casos específicos; movilización precoz. (97,138)

En cirugía colorrectal se hace hincapié en el control de la anemia. El uso adecuado de antibióticos profilácticos y la preparación intestinal cuidadosa son consideraciones importantes para reducir el riesgo de infecciones y complicaciones. Estudios prospectivos demuestran que implementación de Protocolo de Recuperación Mejorada en Cirugía logró disminuir la estancia postoperatoria, las fugas anastomóticas, ISO e íleo postoperatorio, sin incremento de la mortalidad, reoperaciones y readmisiones. (4,15,97)

## CAPÍTULO VII – CONCLUSIONES

El presente estudio caracterizó el perfil clínico y microbiológico de las ISQ en cirugía colorrectal electiva en el Hospital México durante el periodo 2023-2024. La incidencia global de ISQ fue de 21.4% (51/238 pacientes), un valor consistente con las expectativas internacionales, aunque superior a centros con protocolos ERAS implementados. Dentro de las ISQ, predominaron las infecciones de órgano/espacio (58.8%), destacando la fuga anastomótica como la complicación más frecuente en este grupo (33.3% de las ISQ, representando el 7.14% de la población total).

El análisis de factores de riesgo reveló que el abordaje quirúrgico abierto cuadruplicó el riesgo de ISQ en comparación con el abordaje laparoscópico (OR=4.21, p=0.0008), lo que subraya la necesidad de aumentar el uso de técnicas laparoscópicas para reducir la incidencia de infecciones. En cuanto al perfil microbiológico, se observó una consistencia con los patrones internacionales, con predominio de *Escherichia coli* (19.6%) y una presencia significativa de flora polimicrobiana (25.5% de los cultivos), validando los esquemas de profilaxis antibiótica actuales, pero señalando la importancia de la vigilancia continua de la resistencia.

Finalmente, se desarrolló un modelo predictivo que permitió la estratificación del riesgo de ISQ con un área bajo la curva ROC (AUC-ROC) de 0.766, destacando la utilidad de la PCR al 4to día como un biomarcador temprano. La presencia de ISQ se asoció con una duplicación de la estancia hospitalaria (7 vs. 4 días, p<0.0001), lo que subraya el impacto económico y clínico de estas complicaciones.

En resumen, este estudio proporciona evidencia local valiosa que valida observaciones internacionales, identifica oportunidades específicas para mejorar la práctica quirúrgica en el Hospital México, y destaca la necesidad de implementar protocolos ERAS estructurados que incluyan el aumento de técnicas laparoscópicas y la optimización de la profilaxis antibiótica.

## CAPÍTULO VIII – LIMITACIONES

Este estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, el diseño fue de carácter retrospectivo, lo que limita la capacidad para establecer relaciones de causalidad y lo hace susceptible a sesgos de información y a la presencia de confusión residual. Además, el hecho de que el estudio se haya realizado en un solo centro de salud constituye una limitación, ya que los resultados pueden no ser generalizables a otras instituciones con diferentes prácticas clínicas, recursos o perfiles de población. Otra restricción importante es la falta de validación temporal del modelo desarrollado, ya que no se realizó una división de los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba basados en fechas específicas, lo que podría afectar la estabilidad y la aplicabilidad del mismo en diferentes períodos.

En cuanto a los datos, el tamaño muestral de 238 casos se considera moderado, lo que limita la capacidad para detectar asociaciones de poca magnitud y para realizar análisis de subgrupos de manera robusta. Adicionalmente, se presentaron valores faltantes en un 23.1% de los datos de PCR, los cuales fueron imputados utilizando la mediana, lo que puede introducir ciertos sesgos. La tasa de cultivos microbiológicos también fue limitada, dado que en el 45.1% de los casos con infección del sitio quirúrgico no se realizó cultivo, restringiendo la caracterización microbiológica de las infecciones. Por otra parte, la prevalencia de infecciones del sitio quirúrgico, que fue de 21.4%, genera desequilibrio de clases y puede afectar la sensibilidad del modelo predictivo desarrollado.

Por último, en lo que respecta al modelo predictivo, se observó una sensibilidad moderada del 60%, lo que significa que se pierden aproximadamente el 40% de los casos de infección del sitio quirúrgico. Aunque la utilización de PCR postoperatoria ayuda a refinar la predicción, limita su uso en la etapa preoperatoria, elemento clave para la prevención. Además, el modelo no ha sido validado en otras instituciones, lo cual es esencial para determinar su aplicabilidad general. Finalmente, la implementación práctica del modelo presenta cierta dificultad, ya que requiere integración en los sistemas informáticos institucionales, lo que podría representar una barrera en su adopción en diferentes entornos clínicos.

## CAPÍTULO IX – BIBLIOGRAFIA

1. del Moral Luque JA, Alonso García M, Gil Yonte P, Fernández Cebrián JM, Durán Poveda M, Rodríguez Caravaca G. Incidence of surgical site infection in colon surgery and antibiotic prophylaxis adequacy: Prospective cohort study. *An Sist Sanit Navar*. 2017;40(3):371–8.
2. Páramo-Zunzunegui J, Alonso-García M, Rodríguez-Villar D, Drewniak-Jakubowska J, Calvo-Espino P, Cuberes-Montserrat R, et al. Incidence of surgical infection and risk factors in colorectal surgery-A prospective cohort study. *Cirugia y Cirujanos (English Edition)*. 2021;89(2):156–62.
3. Humberto Vásquez Peralta M, Vinicio Vargas León I, Josimar Manosalvas López K, Alejandro Uquillas Santa Cruz B, Noemí González Benítez S, Humberto Vásquez Peralta Médico M. ¿Qué nos dicen los estudios de incidencia de infección de la herida quirúrgica? *dialnet.unirioja.es* [Internet]. 2018 [citado el 22 de febrero de 2025];3(1). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6246980>
4. Zhang X, Wang Z, Chen J, Wang P, Luo S, Xu X, et al. Incidence and risk factors of surgical site infection following colorectal surgery in China: a national cross-sectional study. *BMC Infect Dis* [Internet]. el 1 de diciembre de 2020 [citado el 8 de marzo de 2025];20(1):1–11. Disponible en: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-020-05567-6>
5. Söderbäck H, Gunnarsson U, Martling A, Hellman P, Sandblom G. Incidence of wound dehiscence after colorectal cancer surgery: results from a national population-based register for colorectal cancer. *Int J Colorectal Dis* [Internet]. el 1 de octubre de 2019 [citado el 21 de octubre de 2025];34(10):1757–62. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00384-019-03390-3>
6. McClelland PH, Liu T, Johnson RP, Glenn C, Ozuner G. Iatrogenic urinary injuries in colorectal surgery: outcomes and risk factors from a nationwide cohort. *Tech Coloproctol* [Internet]. el 1 de diciembre de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];28(1):1–12. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10151-024-03008-z>

7. Colás-Ruiz E, Del-Moral-Luque JA, Gil-Yonte P, Fernández-Cebrián JM, Alonso-García M, Villar-del-Campo MC, et al. Incidencia de infección de sitio quirúrgico y factores de riesgo en cirugía de recto. Estudio de cohortes prospectivo. *Cir Esp.* el 1 de diciembre de 2018;96(10):640–7.
8. De F, Humana M, Sánchez R, Manuel G, Magdiel M, Manuel J, et al. Factores de riesgo asociados a las infecciones del sitio operatorio en pacientes postoperados en el servicio de cirugía general del Centro Médico Naval, 2015 [Internet]. repositorio.urp.edu.pe. [Lima, Peru]: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA; 2017 [citado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstreams/b0a57709-4784-4da3-8655-a18a6579f98d/download>
9. Padilla C. Factores de Riesgo Asociados a Infeccion del Sitio Operatorio en los 30 días posteriores a la Cirugía de Colon, en una institucion de cuarto nivel. *Revista Argentina de Coloproctología.* el 11 de febrero de 2022;33(01).
10. Mallol M, Sabaté A, Kreisler E, Dalmau A, Camprubi I, Trenti L, et al. Incidencia de la infección de la herida quirúrgica en cirugía colorrectal electiva y su relación con factores perioperatorios. *Cir Esp.* junio de 2012;90(6):376–81.
11. Huston JM, Barie PS, Dellinger EP, Forrester JD, Duane TM, Tessier JM, et al. The Surgical Infection Society Guidelines on the Management of Intra-Abdominal Infection: 2024 Update. *Surg Infect (Larchmt)* [Internet]. el 1 de agosto de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];25(6):419–35. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/sur.2024.137>
12. Gagen B, Hall C. Preventing Surgical Site Infections in Emergency General Surgery: Current Strategies and Recommendations. *Curr Surg Rep* [Internet]. el 1 de agosto de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];12(8):227–37. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40137-024-00405-z>
13. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Medicine* 2021 47:11 [Internet]. el 2 de octubre de 2021 [citado el 21 de octubre de 2025];47(11):1181–247. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-021-06506-y>

14. Söderbäck H, Gunnarsson U, Martling A, Sandblom G. ...Incidence of wound dehiscence after colorectal cancer surgery: results from a national population-based register for colorectal cancer. [citado el 21 de octubre de 2025]; Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00384-019-03390-3>
15. Xu Z, Qu H, Gong Z, Kanani G, Zhang F, Ren Y, et al. Risk factors for surgical site infection in patients undergoing colorectal surgery: A meta-analysis of observational studies. PLoS One [Internet]. el 10 de octubre de 2021 [citado el 21 de octubre de 2025];16. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259107>
16. Moghadamyeghaneh Z, Hwang GS, Hanna MH, Phelan M, Carmichael JC, Mills S, et al. Risk factors for prolonged ileus following colon surgery. Surg Endosc [Internet]. el 1 de febrero de 2016 [citado el 21 de octubre de 2025];30(2):603–9. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00464-015-4247-1>
17. Silvestri M, Dobrinja C, Scomersi S, Giudici F, Turollo A, Princic E, et al. Modifiable and non-modifiable risk factors for surgical site infection after colorectal surgery: a single-center experience. Surg Today [Internet]. el 1 de marzo de 2018 [citado el 21 de octubre de 2025];48(3):338–45. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00595-017-1590-y>
18. Paulson EC, Thompson E, Mahmoud N. Surgical Site Infection and Colorectal Surgical Procedures: A Prospective Analysis of Risk Factors. Surg Infect (Larchmt) [Internet]. el 1 de mayo de 2017 [citado el 22 de febrero de 2025];18(4):520–6. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/sur.2016.258>
19. Xu ZH, Qu H, Gong ZZ, Kanani G, Zhang F, Ren YY, et al. Risk factors for surgical site infection in patients undergoing colorectal surgery: A meta-analysis of observational studies. PLoS One. el 1 de octubre de 2021;16(10 October).
20. Sermkasemsin V, Rungreungvanich M, Apinyachon W, Sangasilpa I, Srichot W, Pisitsak C. Incidence and risk factors of intraoperative hyperglycemia in non-diabetic patients: a prospective observational study. BMC Anesthesiol [Internet]. el 1 de diciembre de 2022 [citado el 21 de octubre de 2025];22(1):1–8. Disponible en: <https://bmcanesthesiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12871-022-01829-9>
21. Campos-Madueno EI, Moradi M, Eddoubaji Y, Shahi F, Moradi S, Bernasconi OJ, et al. Intestinal colonization with multidrug-resistant Enterobacterales: screening,

- epidemiology, clinical impact, and strategies to decolonize carriers. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* 2023 42:3 [Internet]. el 21 de enero de 2023 [citado el 21 de octubre de 2025];42(3):229–54. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10096-023-04548-2>
22. Righi E, Scudeller L, Mirandola M, Visentin A, Mutters NT, Meroi M, et al. Colonisation with Extended-Spectrum Cephalosporin-Resistant Enterobacterales and Infection Risk in Surgical Patients: A Systematic Review and Meta-analysis. *Infect Dis Ther* [Internet]. el 1 de febrero de 2023 [citado el 21 de octubre de 2025];12(2):623–36. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40121-022-00756-z>
  23. González Bocanegra M. "IMPACTO DE LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA Y PROGRAMA DE VIGILANCIA EN LA.
  24. Gustafsson UO, Rockall TA, Wexner S, How KY, Emile S, Marchuk A, et al. Guidelines for perioperative care in elective colorectal surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations 2025. *Surgery (United States)*. Elsevier Inc.; 2025.
  25. Tan EJKW, Chen HLR, Chok AY, Tan IEH, Zhao Y, Lee RS, et al. A reduction in hospital length of stay reduces costs for colorectal surgery: an economic evaluation of the National Surgical Quality Improvement Program in Singapore. *Int J Colorectal Dis* [Internet]. el 1 de diciembre de 2023 [citado el 21 de octubre de 2025];38(1):1–10. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00384-023-04551-1>
  26. del Moral Luque JA, Alonso García M, Gil Yonte P, Fernández Cebrián JM, Durán Poveda M, Rodríguez Caravaca G. Incidence of surgical site infection in colon surgery and antibiotic prophylaxis adequacy: Prospective cohort study. *An Sist Sanit Navar*. 2017;40(3):371–8.
  27. Alberto M, Ortiz A. Preparación del colon en la cirugía colorrectal electiva [Internet]. 2019. Disponible en: [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)
  28. Levy BE, Wilt WS, Castle JT, McAtee E, Walling SC, Davenport DL, et al. Surgical Site Infections in Colorectal Resections: What is the Cost? *Journal of Surgical Research*. 2023;283.

29. Steele SR, Hull TL, Hyman N, Maykel JA, Read TE, Whitlow CB. The ASCRS Textbook of Colon and Rectal Surgery: Fourth Edition. 4a ed. The ASCRS Textbook of Colon and Rectal Surgery: Fourth Edition. Springer International Publishing; 2021. 1–1216 p.
30. Hagerty BL, Dakwar A, Lee KJ. Colon/Rectal Cancer Surgery. Anesthesia for Oncological Surgery [Internet]. 2023 [citado el 21 de octubre de 2025];273–7. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-50977-3\\_41](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-50977-3_41)
31. Sijmons JML, Willem J, Dekker T, Jurriaan ·, Tuynman B, Mohan HM, et al. Evolution of surgical approach to rectal cancer resection: A multinational registry assessment. *Int J Colorectal Dis* [Internet]. 123d. C. [citado el 21 de octubre de 2025];39:15. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00384-023-04578-4>
32. Krieg A, Kolbe EW, Kaspari · Michael, Krieg S, Loosen SH, Roderburg C, et al. Trends and outcomes in colorectal cancer surgery: a multicenter cross-sectional study of minimally invasive versus open techniques in Germany. *Surg Endosc* [Internet]. 1234 [citado el 21 de octubre de 2025];38:6338–46. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00464-024-11210-1>
33. Feldman EN. Colon and Anorectum. *Surgical Anatomy and Technique: A Pocket Manual, Fifth Edition* [Internet]. el 1 de enero de 2021 [citado el 21 de octubre de 2025];457–550. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-51313-9\\_12](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-51313-9_12)
34. Birnbaum E. *Surgical Anatomy of the Colon, Rectum, and Anus. Colon, Rectum and Anus: Anatomic, Physiologic and Diagnostic Bases for Disease Management* [Internet]. 2017 [citado el 21 de octubre de 2025];9–19. Disponible en: [https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-319-09807-4\\_4](https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-319-09807-4_4)
35. Ratto Carlo; Parello Angelo; Donisi Lorenza; Litta Francesco. *Colon, Rectum and Anus: Anatomic, Physiologic and Diagnostic Bases for Disease Management. Colon, Rectum and Anus: Anatomic, Physiologic and Diagnostic Bases for Disease Management* [Internet]. el 5 de octubre de 2017 [citado el 21 de octubre de 2025];1(2017):9–19. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09807-4>
36. Walker TG. Mesenteric vasculature and collateral pathways. *Semin Intervent Radiol* [Internet]. septiembre de 2009 [citado el 30 de octubre de 2025];26(3):167–74.

Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/products/ejournals/html/10.1055/s-0029-1225663>

37. Bruzzi M, M'harzi L, El Batti S, Ghazaleh RA, Taieb J, Poghosyan T, et al. Inter-mesenteric connections between the superior and inferior mesenteric arteries for left colonic vascularization: implications for colorectal surgery. *Surgical and Radiologic Anatomy* [Internet]. el 1 de marzo de 2019 [citado el 30 de octubre de 2025];41(3):255–64. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00276-018-2139-5>
38. Redefining the collateral system between the superior mesenteric artery and inferior mesenteric artery: A novel classification, by Kuzu et al. *Colorectal Disease* [Internet]. el 1 de junio de 2021 [citado el 30 de octubre de 2025];23(6):1298–1298. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/codi.15741>
39. Dimick JB, Collier FA, Upchurch GR, Chair H, Alam HB, Davis E. *Mulholland and Greenfield's SURGERY Scientific Principles & Practice SEVENTH EDITION*. 7a ed.
40. Varpe P. *SURGICAL TREATMENT OF COLORECTAL CANCER-CONTROVERSIAL ISSUES*. 2009.
41. Denicu MM, Cârțu D, Râmboiu S, Ciorbagiu M, Șurlin V, Nemeș R, et al. Anastomotic Leakage after Colorectal Surgery: Risk Factors, Diagnosis and Therapeutic Options. *Curr Health Sci J*. 2023;49(3).
42. Bruzzi M, M'harzi L, Poghosyan T, Ben Abdallah I, Papadimitriou A, Ragot E, et al. Arterial vascularization of the right colon with implications for surgery. *Surgical and Radiologic Anatomy* [Internet]. el 1 de abril de 2020 [citado el 30 de octubre de 2025];42(4):429–35. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00276-019-02359-9>
43. Vesteynsdottir E, Gottfredsson M, Blondal A, Sigurdsson MI, Karason S. Sepsis after elective surgery – Incidence, aetiology and outcome. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021;65(4).
44. Khan A, Mahmood M, Arbab R, Khan MI, Arshad A, Anwar R. *SURGICAL SITE INFECTIONS IN LOW-RESOURCE SETTINGS: A FOCUSED STUDY ON THE INCIDENCE, CONTRIBUTING FACTORS, AND PREVENTION STRATEGIES*

- FOR SURGICAL SITE INFECTIONS IN A RESOURCE-CONSTRAINED ENVIRONMENT. *Insights-Journal of Health and Rehabilitation* [Internet]. el 15 de enero de 2025 [citado el 22 de agosto de 2025];3(1 (Health & Rehab)):111–8. Disponible en: <https://insightsjhr.com/index.php/home/article/view/225>
45. NICE. Surgical site infections: prevention and treatment NICE guideline. el 11 de abril de 2019 [citado el 22 de agosto de 2025]; Disponible en: [www.nice.org.uk/guidance/ng125](http://www.nice.org.uk/guidance/ng125)
  46. Seidelman J, Anderson DJ. Surgical Site Infections. *Infect Dis Clin North Am* [Internet]. el 1 de diciembre de 2021 [citado el 22 de agosto de 2025];35(4):901–29. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34752225/>
  47. Matsuda A, Yamada T, Ohta R, Sonoda H, Shinji S, Iwai T, et al. Surgical Site Infections in Gastroenterological Surgery. *J Nippon Med Sch* [Internet]. 2023 [citado el 22 de agosto de 2025];90(1). Disponible en: [https://doi.org/10.1272/jnms.JNMS.2023\\_90-102](https://doi.org/10.1272/jnms.JNMS.2023_90-102)
  48. Berriós-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, Leas B, Stone EC, Kelz RR, et al. Centers for Disease Control and Prevention Guideline for the Prevention of Surgical Site Infection, 2017. *JAMA Surg* [Internet]. el 1 de agosto de 2017 [citado el 22 de agosto de 2025];152(8):784–91. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamasurgery/fullarticle/2623725>
  49. Shogan BD, Vogel JD, Davis BR, Keller DS, Ayscue JM, Goldstein LE, et al. The American Society of Colon and Rectal Surgeons Clinical Practice Guidelines for Preventing Surgical Site Infection. *Dis Colon Rectum*. el 1 de noviembre de 2024;67(11):1368–82.
  50. CDC, Ncezid, DHQP. CDC/NHSN Surveillance Definitions for Specific Types of Infections. enero de 2025;
  51. CDC, Ncezid, DHQP. Surgical Site Infection Event (SSI). enero de 2025 [citado el 22 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://www.cdc.gov/nhsn/pdfs/ps-analysis-resources/ImportingProcedureData.pdf>.
  52. Lee JT, Audrey Adams MB, W Chinn RY, Memorial Hospital San Diego S, Alfred DeMaria C, Forlenza SW, et al. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. *Am J Infect Control* [Internet]. el 1 de abril de 1999 [citado el 22 de agosto de

- 2025];27(2):97–134. Disponible en:  
<https://www.ajicjournal.org/action/showFullText?pii=S019665539970088X>
53. Nelson RL, Gladman E, Barbateskovic M. Antimicrobial prophylaxis for colorectal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. el 9 de mayo de 2014 [citado el 22 de agosto de 2025];2014(5). Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24817514/>
54. Sartelli M, Tascini C, Coccolini F, Dellai F, Ansaloni L, Antonelli M, et al. Management of intra-abdominal infections: recommendations by the Italian council for the optimization of antimicrobial use. *World Journal of Emergency Surgery* 2024 19:1 [Internet]. el 8 de junio de 2024 [citado el 22 de agosto de 2025];19(1):1–36. Disponible en: <https://wjes.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13017-024-00551-w>
55. Sartelli M, Catena F, Ansaloni L, Coccolini F, Corbella D, Moore EE, et al. Complicated intra-abdominal infections worldwide: the definitive data of the CIAOW Study. *World J Emerg Surg.* el 14 de mayo de 2014;9(1):37.
56. Stănciulea O, Eftimie M, Moæteanu I, Tivadar B, Blăniăă D, Popescu I. Minimally invasive colorectal surgery - Present and future trends. Vol. 114, *Chirurgia (Romania)*. Editura Celsius; 2019. p. 167–73.
57. Rivera EB, Balén E, Suárez J, Ariceta I, Oronoz B, Herrera J, et al. Cirugía laparoscópica en las enfermedades colorrectales Laparoscopic surgery in colorectal diseases. Vol. 28, *An. Sist. Sanit. Navar.* 2005.
58. Brown, Gina. Colorectal cancer [Internet]. Cambridge; 2007 [citado el 23 de agosto de 2025]. Disponible en: [www.cambridge.org/9780521692915](http://www.cambridge.org/9780521692915)
59. Mishra R. *Laparoscopic Colorectal Surgery*. 2010.
60. Heidi Nelson MD, DJSPHD, HSWPhD, JF man, MD, MAMD, SJSMD, RWBJr, MD, MHMD, RFJr, MD, WPMD, and DOMD. A Comparison of Laparoscopically Assisted and Open Colectomy for Colon Cancer. *New England Journal of Medicine*. el 13 de mayo de 2004;350(20):2050–9.
61. Kuzu MA, Benlice C, Parvaiz A, Gorgun E, Bertelsen CA, Wexner SD, et al. Standardizing the Definition of Each Colon Cancer Segment: Delphi Consensus on Clinical Decision-Making for Oncologic Outcomes. *Dis Colon Rectum*. el 1 de julio de 2025;68(7):835–44.

62. Vogel JD, Felder SI, Bhamra AR, Hawkins AT, Langenfeld SJ, Shaffer VO, et al. The American Society of Colon and Rectal Surgeons Clinical Practice Guidelines for the Management of Colon Cancer. *Dis Colon Rectum* [Internet]. el 1 de febrero de 2022 [citado el 22 de agosto de 2025];65(2):148–77. Disponible en: [https://journals.lww.com/dcrjournal/fulltext/2022/02000/the\\_american\\_society\\_of\\_colon\\_and\\_rectal\\_surgeons.7.aspx](https://journals.lww.com/dcrjournal/fulltext/2022/02000/the_american_society_of_colon_and_rectal_surgeons.7.aspx)
63. Parini D, Bondurri A, Ferrara F, Rizzo G, Pata F, Veltri M, et al. Surgical management of ostomy complications: a MISSTO–WSES mapping review. *World Journal of Emergency Surgery*. el 1 de diciembre de 2023;18(1).
64. Ferrara F, Parini D, Bondurri A, Veltri M, Barbierato M, Pata F, et al. Italian guidelines for the surgical management of enteral stomas in adults. *Tech Coloproctol* [Internet]. el 1 de noviembre de 2019 [citado el 30 de octubre de 2025];23(11):1037–56. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31606801/>
65. García SL. “Rehabilitación multimodal acelerada en pacientes sometidos a cirugía colorrectal por vía laparoscópica” Trabajo Fin De Master. 2016.
66. Fresnedo Pérez RM, Padín Álvarez MH, Cumplido PL, Ramos Pérez V, García RR, Laso CJÁ, et al. COMUNICACIONES ORALES O-009. ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL COSTE DE LA SIGMOIDECTOMÍA ABIERTA LAPAROSCÓPICA POR CÁNCER.
67. Olivares M. S, Rodríguez G. M, Readí V. A, Campaña V. G, Olivares M. S, Rodríguez G. M, et al. Abordaje quirúrgico y evolución posoperatoria en reintervenciones de complicaciones en cirugía colorrectal laparoscópica, 15 años de experiencia. *Rev Cir (Mex)* [Internet]. 2022 [citado el 22 de febrero de 2025];74(1):73–80. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2452-45492022000100073&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-45492022000100073&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
68. Yost MT, Jolissaint JS, Fields AC, Whang EE. Mechanical and Oral Antibiotic Bowel Preparation in the Era of Minimally Invasive Surgery and Enhanced Recovery. *Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques*. 2018;28(5).
69. Turner MC, Migaly J. Surgical Site Infection: The Clinical and Economic Impact. *Clin Colon Rectal Surg*. 2019;32(3):157–65.

70. Harikumar V, Anvery N, Haq M, Christensen RE, Ahmed A, Koza E, et al. Risk factors for hospital-based surgical site infections. *Arch Dermatol Res* [Internet]. el 1 de enero de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];316(1):1–7. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00403-023-02773-5>
71. Ercole FF, Starling CEF, Chianca TCM, Carneiro M. Applicability of the national nosocomial infections surveillance system risk index for the prediction of surgical site infections: a review. *Braz J Infect Dis*. 2007;11(1):134–41.
72. Sartelli M, Barie P, Agnoletti V, Al-Hasan MN, Ansaloni L, Biffl W, et al. Intra-abdominal infections survival guide: a position statement by the Global Alliance For Infections In Surgery. *World Journal of Emergency Surgery* 2024 19:1 [Internet]. el 8 de junio de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];19(1):1–20. Disponible en: <https://wjeb.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13017-024-00552-9>
73. Huston JM, Barie PS, Dellinger EP, Forrester JD, Duane TM, Tessier JM, et al. The Surgical Infection Society Guidelines on the Management of Intra-Abdominal Infection: 2024 Update. *Surg Infect (Larchmt)* [Internet]. el 1 de agosto de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];25(6):419–35. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/sur.2024.137>
74. Sripathi S, Khan MI, Patel N, Meda RT, Nuguru SP, Rachakonda S. Factors Contributing to Anastomotic Leakage Following Colorectal Surgery: Why, When, and Who Leaks? *Cureus*. el 6 de octubre de 2022;
75. Matallana C, Manchon-Walsh P, Espín E, Pascual M, Biondo S, Jiménez-Toscano M, et al. Organ/space surgical site infection and long-term outcomes of rectal cancer surgery: Retrospective population-based cohort study. *BJS Open*. el 1 de junio de 2025;9(3).
76. Agnes A, Puccioni C, D’Ugo D, Gasbarrini A, Biondi A, Persiani R. The gut microbiota and colorectal surgery outcomes: facts or hype? A narrative review. *BMC Surg*. el 1 de diciembre de 2021;21(1).
77. Satyanesan J. Surgical Site Infections in Gastrointestinal Surgeries: Estimation of Prevalence, Risk Factors and Bacteriological Profile. 2024;
78. Sartelli M, Abu-Zidan FM, Catena F, Griffiths EA, Di Saverio S, Coimbra R, et al. Global validation of the WSES Sepsis Severity Score for patients with complicated

- intraabdominal infections: a prospective multicenter study (WISS Study). *World J Emerg Surg.* el 16 de diciembre de 2015;10(1):61.
79. Banaszekiewicz Z, Cierzniaowska K, Tojek K, Kozłowska E, Jawień A. Surgical site infection among patients after colorectal cancer surgery. *Polish Journal of Surgery.* el 28 de febrero de 2017;89(1):9–15.
  80. Badia JM, Casey AL, Petrosillo N, Hudson PM, Mitchell SA, Crosby C. Impact of surgical site infection on healthcare costs and patient outcomes: a systematic review in six European countries. Vol. 96, *Journal of Hospital Infection.* W.B. Saunders Ltd; 2017. p. 1–15.
  81. Kirchoff P, Clavien PA, Hahnloser D. Complications in colorectal surgery: risk factors and preventive strategies. *Patient Safety in Surgery* 2010 4:1 [Internet]. el 25 de marzo de 2010 [citado el 21 de octubre de 2025];4(1):1–13. Disponible en: <https://pssjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1754-9493-4-5>
  82. Serra-Aracil X, García-Domingo MI, Parés D, Espin-Basany E, Biondo S, Guirao X, et al. Surgical site infection in elective operations for colorectal cancer after the application of preventive measures. *Archives of Surgery.* mayo de 2011;146(5):606–12.
  83. Bonnar P, Dhar P, Rotstein O, Morris A, Downing M, Pearsall E, et al. Surgical Site Infection Prevention Section 1: General information Section 2: Guideline recommendations Section 3: Guideline recommendations and supporting evidence Section 4: External review process. 2017 [citado el 22 de agosto de 2025]; Disponible en: [www.bestpracticeinsurgery.com](http://www.bestpracticeinsurgery.com)
  84. Koskenvuo L, Lunkka P, Varpe P, Hyöty M, Satokari R, Haapamäki C, et al. Morbidity after Mechanical Bowel Preparation and Oral Antibiotics Prior to Rectal Resection: The MOBILE2 Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* el 12 de junio de 2024;159(6):606–14.
  85. García U, Carolina A, Campoverde C, Xavier D, Idrovo S, Xavier S, et al. Explorando las medidas preventivas para las infecciones de heridas quirúrgicas. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4064932.svg>
  86. Kirchoff P, Clavien PA, Hahnloser D. Complications in colorectal surgery: risk factors and preventive strategies. *Patient Safety in Surgery* 2010 4:1 [Internet]. el 25

- de marzo de 2010 [citado el 21 de octubre de 2025];4(1):1–13. Disponible en: <https://pssjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1754-9493-4-5>
87. De F, Humana M, Sánchez R, Manuel G, Magdiel M, Manuel J, et al. Factores asociados a infección del sitio operatorio (ISO) en pacientes sometidos a cirugías colorrectales con patología oncológica, intervenidos en dos instituciones del eje cafetero desde enero del 2019 a junio de 2020 [Internet]. [Manizales, Colombia]: Universidad de Caldas; 2021 [citado el 22 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.ucaldas.edu.co/bitstream/handle/ucaldas/16850/Carta%20distinci%C3%B3n%20meritoria.pdf?sequence=3&isAllowed=n>
  88. Checa DO, ... IVHR, 2020 undefined. Resultados de la aplicación del Protocolo de Recuperación Mejorada en Cirugía (PREMEC) en el tratamiento quirúrgico del cáncer colorrectal en el Hospital. *scielo.org.pe* [Internet]. 2020 [citado el 22 de febrero de 2025]; Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1022-51292020000300252&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1022-51292020000300252&script=sci_abstract&tlng=pt)
  89. Huston JM, Barie PS, Dellinger EP, Forrester JD, Duane TM, Tessier JM, et al. The Surgical Infection Society Guidelines on the Management of Intra-Abdominal Infection: 2024 Update. *Surg Infect (Larchmt)* [Internet]. el 1 de agosto de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];25(6):419–35. Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/sur.2024.137>
  90. Mazzeffi M, Tanaka K, Galvagno S. Red Blood Cell Transfusion and Surgical Site Infection after Colon Resection Surgery: A Cohort Study. *Anesth Analg.* el 1 de octubre de 2017;125(4):1316–21.
  91. Mallol M, Sabaté A, Kreisler E, Dalmau A, Camprubi I, Trenti L, et al. Incidencia de la infección de la herida quirúrgica en cirugía colorrectal electiva y su relación con factores perioperatorios. *Cir Esp.* junio de 2012;90(6):376–81.
  92. Wahl TS, Patel FC, Goss LE, Chu DI, Grams J, Morris MS. The Obese Colorectal Surgery Patient: Surgical Site Infection and Outcomes.
  93. Unamuno X, Gómez-Ambrosi J, Rodríguez A, Becerril S, Frühbeck G, Catalán V. Adipokine dysregulation and adipose tissue inflammation in human obesity. *Eur J Clin Invest* [Internet]. el 1 de septiembre de 2018 [citado el 30 de octubre de

2025];48(9):e12997.

Disponible

en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eci.12997>

94. Patricia G, García A, Clemencia L, Castillo C, Franco Betancur O, Especialista B, et al. Factores asociados a infección del sitio operatorio (ISO) en pacientes sometidos a cirugías colorrectales con patología oncológica, intervenidos en dos instituciones del eje cafetero desde enero del 2019 a junio de 2020.
95. Ejaz A, Schmidt C, Johnston FM, Frank SM, Pawlik TM. Risk factors and prediction model for inpatient surgical site infection after major abdominal surgery. *J Surg Res* [Internet]. el 1 de septiembre de 2017 [citado el 22 de agosto de 2025];217:153–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28595819/>
96. Walz JM, Paterson CA, Seligowski JM, Heard SO. Surgical site infection following bowel surgery: A retrospective analysis of 1446 patients. *Archives of Surgery*. 2006;141(10):1014–8.
97. Han C, Chen W, Ye XL, Cheng F, Wang XY, Liu A Bin, et al. Risk factors analysis of surgical site infections in postoperative colorectal cancer: a nine-year retrospective study. *BMC Surg*. el 1 de diciembre de 2023;23(1).
98. de Gracia Nájera S. Resultados del protocolo de fast track en cirugía de cáncer colorrectal según el estado nutricional basal. 2017.
99. Longás Valién JavierMPR. PREHABILITACIÓN EN CIRUGÍA DE PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN INTENSIFICADA. HCU Lozano Blesa. 1(1):1–166.
100. SOARES-MOREIRA PTGSCMESMD. Surgical site infection predictive factors in colorectal surgery. 2016 ene.
101. Salazar-Morejón L, Romero-Naranjo R, Díaz-Quiñones R, Angulo-Lugo A, David Salazar-Estévez L, Darío Salazar-Estévez L. Evaluación de la cirugía colorrectal oncológica electiva sin preparación mecánica del colon Evaluation of elective oncologic colorectal surgery without mechanical colon preparation. *Rev Ciencias Médicas*. 2024;28:6464.
102. Regional S, Facultad R, Medicina DE. UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA " Cirugía Laparoscópica vs.

103. Kulkarni N, Arulampalam T. Laparoscopic surgery reduces the incidence of surgical site infections compared to the open approach for colorectal procedures: a meta-analysis. *Tech Coloproctol.* el 1 de octubre de 2020;24(10):1017–24.
104. Groenen H, Bontekoning N, Jalalzadeh H, Buis DR, Dreissen YEM, Goosen JHM, et al. Incisional Wound Irrigation for the Prevention of Surgical Site Infection: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *JAMA Surg.* el 10 de julio de 2024;159(7):792–800.
105. Toh JWT, Phan K, Hitos K, Pathma-Nathan N, El-Khoury T, Richardson AJ, et al. Association of Mechanical Bowel Preparation and Oral Antibiotics Before Elective Colorectal Surgery With Surgical Site Infection: A Network Meta-analysis. *JAMA Netw Open.* el 5 de octubre de 2018;1(6):e183226.
106. Kaslow SR, Gani F, Alshaikh HN, Canner JK. Clinical outcomes following mechanical plus oral antibiotic bowel preparation versus oral antibiotics alone in patients undergoing colorectal surgery . *BJS Open.* 2018;2(4).
107. Bañales M. Incidencia de infección del sitio quirúrgico en pacientes operados en el Hospital Pasteur (Montevideo), julio-agosto 2017. *An Facultad Med.* 2018;5(1):108–20.
108. Santillán-Benítez JG, Mejía-Juárez J. *Ciencias de la Salud Humana.* [citado el 31 de octubre de 2025]; Disponible en: <http://orcid.org/0000-0003-0137-498X><http://orcid.org/0000-0003-3574-1231><http://orcid.org/0000-0002-6287-0170>
109. Miranda M. *Escherichia coli* portador de betalactamasas de espectro extendido. Resistencia. *Sanid mil.* el 19 de septiembre de 2013;69(4):244–8.
110. Lovera-Garcia M, Roque-Alcarraz M. Detección de carbapenemasas NDM en *klebsiella pneumoniae* utilizando el método modificado de inactivación del carbapenémico. *Cienc Invest [Internet].* el 31 de diciembre de 2021 [citado el 31 de octubre de 2025];24(1):3–7. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/359325769\\_Deteccion\\_de\\_carbapenemasas\\_NDM\\_en\\_klebsiella\\_pneumoniae\\_utilizando\\_el\\_metodo\\_modificado\\_de\\_inactivacion\\_del\\_carbapenemico](https://www.researchgate.net/publication/359325769_Deteccion_de_carbapenemasas_NDM_en_klebsiella_pneumoniae_utilizando_el_metodo_modificado_de_inactivacion_del_carbapenemico)
111. Erazo J. View of Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in nosocomial infections, a review in Latin America | *Salud, Ciencia y Tecnología.* 2023 [citado el

- 31 de octubre de 2025]; Disponible en: <https://sct.ageditor.ar/index.php/sct/article/view/376/747>
112. Bazet DC, Blanco J, Seija V, Palacio R. Enterococos resistentes a vancomicina: Un problema emergente en Uruguay. *Revista Médica del Uruguay* [Internet]. 2005 [citado el 31 de octubre de 2025];21(2):151–8. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-03902005000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-03902005000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
113. Higueta NIA, Huycke MM. Enterococcal Disease, Epidemiology, and Implications for Treatment. *Enterococci: From Commensals to Leading Causes of Drug Resistant Infection* [Internet]. el 4 de febrero de 2014 [citado el 31 de octubre de 2025]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK190429/>
114. Huttner B, Robicsek AA, Gervaz P, Perencevich EN, Schiffer E, Schrenzel J, et al. Epidemiology of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Carriage and MRSA Surgical Site Infections in Patients Undergoing Colorectal Surgery: A Cohort Study in Two Centers. *Surg Infect (Larchmt)* [Internet]. el 1 de diciembre de 2012 [citado el 31 de octubre de 2025];13(6):401. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3532004/>
115. Min BW. Efforts to prevent surgical site infection after colorectal surgery. Vol. 31, *Annals of Coloproctology*. Korean Society of Coloproctology; 2015. p. 211–2.
116. De Gasperi A, Merli M, Petrò L, Roselli E. Surgical Site Infections and Antibiotic Prophylaxis in Surgery: Update 2023. *Practical Trends in Anesthesia and Intensive Care 2022* [Internet]. el 1 de enero de 2024 [citado el 21 de octubre de 2025];33–52. Disponible en: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-43891-2\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-43891-2_3)
117. Del-Moral-Luque J. Assessment of antibiotic prophylaxis adequacy in rectal surgery. *Rev Esp Quimioter*. 2017;30(1):14–8.
118. Kannan V, Ullah N, Geddada S, Ibrahim A, Munaf Shakir Al-Qassab Z, Ahmed O, et al. Impact of “Enhanced Recovery After Surgery” (ERAS) protocols vs. traditional perioperative care on patient outcomes after colorectal surgery: a systematic review. *Patient Saf Surg* [Internet]. el 1 de diciembre de 2025 [citado el 1 de noviembre de 2025];19(1):1–14. Disponible en: <https://pssjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13037-024-00425-9>

119. Herold A, Lehur PA, Matzel KE, Ronan P. Coloproctology [Internet]. Disponible en: <http://www.springer.com/series/4640>
120. DE LA CRUZ S. RISK FACTORS FOR ANASTOMOTIC DEHISCENCE IN ONCOLOGIC COLORECTAL SURGERY. UAH. el 30 de mayo de 2024;
121. Surg E, Lasithiotakis K, Alexandros ·, Hammam A·, Evangelos M·, Kritsotakis I, et al. Malnutrition and perioperative nutritional rehabilitation in major operations. *European Surgery* 2025 57:5 [Internet]. el 21 de marzo de 2025 [citado el 1 de noviembre de 2025];57(5):188–203. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10353-025-00863-4>
122. González Bocanegra M. "IMPACTO DE LA IMPLANTACIÓN DE MEDIDAS DE MEJORA Y PROGRAMA DE VIGILANCIA EN LA.
123. Cheung HHT, Joynt GM, Lee A. Diagnostic test accuracy of preoperative nutritional screening tools in adults for malnutrition: a systematic review and network meta-analysis. *Int J Surg* [Internet]. el 1 de febrero de 2024 [citado el 1 de noviembre de 2025];110(2):1090–8. Disponible en: [https://journals.lww.com/international-journal-of-surgery/fulltext/2024/02000/diagnostic\\_test\\_accuracy\\_of\\_preoperative.48.aspx](https://journals.lww.com/international-journal-of-surgery/fulltext/2024/02000/diagnostic_test_accuracy_of_preoperative.48.aspx)
124. Vega M, Niernberger T, Urban I, Gabor S. Perioperative nutrition and ERAS protocols: a systematic review of their impact on hospital stay, complications, infections, and immunometabolic outcomes in surgical patients. *European Surgery - Acta Chirurgica Austriaca* [Internet]. el 1 de octubre de 2025 [citado el 1 de noviembre de 2025];57(5):226–41. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10353-025-00893-y>
125. Weimann A, Bezmarevic M, Braga M, Isabel M, Correia TD, Funk-Debleds P, et al. ESPEN Guideline ESPEN guideline on clinical nutrition in surgery-Update 2025. *Clinical Nutrition* [Internet]. 2025 [citado el 1 de noviembre de 2025];53:222–61. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2025.08.029>
126. Niemeläinen S. Colon Cancer Surgery in Aged Patients Surgical and Functional Outcomes.
127. Ciorbagiu MC, Vilcea ID, Cojan TÆÅ, Mirea CS, Albu BC, Prodan A, et al. Diagnosis and Management of Postoperative Complications in Rectal Cancer Surgery

- A Five-Year Retrospective Study in a Single Surgical Unit. *Chirurgia (Romania)*. el 1 de noviembre de 2024;119(6):634–49.
128. Baeza-Murcia M, Valero-Navarro G, Pellicer-Franco E, Soria-Aledo V, Mengual-Ballester M, Garcia-Marin JA, et al. Bundles reduce anastomosis leak in patients undergoing elective colorectal surgery. A propensity score-matched study. *Front Surg*. 2023;10.
  129. Herruzo Cabrera R. Prevención de la infección de localización quirúrgica, según un bundle modificado. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. septiembre de 2010;54(5):265–71.
  130. Marginean SS, Petru AR, Garofil D, Paic V, Chivu RD, Cartu D, et al. Mechanical vs. Manual Anastomosis in Colorectal Cancer Surgery: A Comparative Analysis. *Chirurgia (Romania)*. el 1 de noviembre de 2024;119(6):611–25.
  131. Gené-Škrabec C, Cremades M, Fernández-Pujol A, Cortinovis S, Corral J, Julián JF, et al. Clinical results after external reinforcement of colorectal anastomosis: A systematic review. *International Journal of Surgery [Internet]*. el 1 de diciembre de 2023 [citado el 1 de noviembre de 2025];109(12):4322–32. Disponible en: [https://journals.lww.com/international-journal-of-surgery/fulltext/2023/12000/clinical\\_results\\_after\\_external\\_reinforcement\\_of.59.aspx](https://journals.lww.com/international-journal-of-surgery/fulltext/2023/12000/clinical_results_after_external_reinforcement_of.59.aspx)
  132. Huang PY, Tsai MC, Kiu KT, Yen MH, Chang TC. Collagen patch cover facilitates recovery of bowel function after laparoscopic colectomy. *BMC Surg [Internet]*. el 1 de diciembre de 2024 [citado el 1 de noviembre de 2025];24(1):1–9. Disponible en: <https://bmcsurg.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12893-024-02339-w>
  133. Thor Vilhjalmsón D. On the development of a novel device for colorectal anastomoses.
  134. Vardhan S, Deshpande SG, Singh A, Aravind Kumar C, Bisen YT, Dighe OR. Techniques for Diagnosing Anastomotic Leaks Intraoperatively in Colorectal Surgeries: A Review. *Cureus*. el 25 de enero de 2023;
  135. Safiejko K, Tarkowski R, Kozłowski TP, Koselak M, Jachimiuk M, Tarasik A, et al. Safety and Efficacy of Indocyanine Green in Colorectal Cancer Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis of 11,047 Patients. Vol. 14, *Cancers*. MDPI; 2022.

136. Yoo N, Mun JY, Kye BH, Kim CW, Lee JI, Park YY, et al. Plastic Wound Protector vs Surgical Gauze for Surgical Site Infection Reduction in Open GI Surgery: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* el 10 de julio de 2024;159(7):737–46.
137. Fiorillo C, Tondolo V, Biffoni B, Gambaro E, Lucinato C, De Sio D, et al. Circular staplers and anastomotic leakage in colorectal surgery: meta-analysis. *BJS Open.* el 1 de abril de 2025;9(2).
138. Pathak A, Wanjari M. Minimally Invasive Colorectal Surgery Techniques. *Cureus.* el 17 de octubre de 2023;
139. Li X, Lin H, Zhu L, Chen J, Lei S, Li B, et al. The clinical effectiveness of wound edge protectors in reducing surgical site infection after abdominal surgery: meta-analysis. *BJS Open* [Internet]. el 1 de junio de 2022 [citado el 1 de noviembre de 2025];6(3):zrac065. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9092446/>
140. Wade RG, Burr NE, Mccauley G, Bourke G, Efthimiou O. The Comparative Efficacy of Chlorhexidine Gluconate and Povidone-iodine Antiseptics for the Prevention of Infection in Clean Surgery: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Ann Surg.* el 1 de diciembre de 2021;274(6):E481–8.
141. Orosco E. FACTORES DE RIESGO Y MEDIDAS PREVENTIVAS ASOCIADAS A LAS INFECCIONES DE SITIO QUIRÚRGICO EN SALA DE OPERACIONES. [Lima, Perú]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2024.
142. Meyers A, Daysalilar M, Dagal A, Wang M, Kutlu O, Akcin M. Quantifying the impact of surgical teams on each stage of the operating room process. *Front Digit Health.* el 3 de octubre de 2024;6:1455477.
143. Singh PP, Zeng ISL, Srinivasa S, Lemanu DP, Connolly AB, Hill AG. Systematic review and meta-analysis of use of serum C-reactive protein levels to predict anastomotic leak after colorectal surgery. Vol. 101, *British Journal of Surgery.* 2014. p. 339–46.
144. Simon L, Gauvin F, Amre DK, Saint-Louis P, Lacroix J. Serum procalcitonin and C-reactive protein levels as markers of bacterial infection: a systematic review and meta-analysis. *Clin Infect Dis.* el 15 de julio de 2004;39(2):206–17.

145. Selvamani TY, Shoukrie SI, Malla J, Venugopal S, Selvaraj R, Dhanoa RK, et al. Predictors That Identify Complications Such As Anastomotic Leak in Colorectal Surgery: A Systematic Review. *Cureus*. el 7 de septiembre de 2022;
146. Saikaly E, Saad MK. Anastomotic Leak in Colorectal Surgery: A Comprehensive Review. *Surgery Clinics Journal*. 2020;2(4):1031.
147. Chen KA, Joisa CU, Stem JM, Guillem JG, Gomez SM, Kapadia MR. Improved Prediction of Surgical-Site Infection after Colorectal Surgery Using Machine Learning. *Dis Colon Rectum*. el 1 de marzo de 2023;66(3):458–66.
148. van Boekel AM, van der Meijden SL, Arbous SM, Nelissen RGHH, Veldkamp KE, Nieswaag EB, et al. Systematic evaluation of machine learning models for postoperative surgical site infection prediction. *PLoS One* [Internet]. el 1 de diciembre de 2024 [citado el 1 de noviembre de 2025];19(12):e0312968. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0312968>
149. Bucher F, Tamulevicius M, Dastagir N, Alvarado CF, Obed D, Dastagir K, et al. Predictive value of the American college of surgeons “surgical risk calculator” (ACS-NSQIP SRC) for plastic and reconstructive surgery: a validation study from an academic tertiary referral center in Germany. *Patient Saf Surg* [Internet]. el 1 de diciembre de 2025 [citado el 31 de octubre de 2025];19(1):1–9. Disponible en: <https://pssjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13037-025-00438-y>
150. Aydın OU, Soylu L. Predictive Factors for the Development of Surgical Site Infection After Colorectal Cancer Surgery. *Turkish Journal of Colorectal Disease*. el 20 de septiembre de 2018;0(0):0–0.
151. Ramón Oliver Guillén J, Cachón Esteban R, Fernández-Velilla San José B, López de Fernández A, del Campo Lavilla M, Sánchez Vázquez M, et al. ORIGINAL: PAQUETE DE MEDIDAS (BUNDLE) PARA PREVENCIÓN DE INFECCIÓN DEL SITIO QUIRÚRGICO EN CIRUGÍA COLORRECTAL ELECTIVA: IMPLANTACIÓN DE PROTOCOLO, REVISIÓN DE MEDIDAS INCLUIDAS Y AUDITORÍA DE RESULTADOS. *Rev Acircal*. 2022;9:1.
152. Almottowa H, Aljohani M, Aldakhil I, Alawami F, Alshehri R, Yamani F, et al. Surgical Site Infection in Patients Undergoing Potentially Curative Surgery for

Colorectal Cancer in Saudi Arabia: A Systematic Review. *Journal of Healthcare Sciences*. 2022;02(10):292–300.

153. Padilla C. Factores de Riesgo Asociados a Infeccion del Sitio Operatorio en los 30 días posteriores a la Cirugía de Colon, en una institucion de cuarto nivel. *Revista Argentina de Coloproctología*. el 11 de febrero de 2022;33(01).