



IFEQROO
INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA
FÍSICA EDUCATIVA
DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

ANÁLISIS COSTO EFICIENCIA SIMPLIFICADO

Construcción de 91 domos ligeros y arcotechos, del
Programa de Domos en escuelas 2024 del Estado
de Quintana Roo

Octubre 2024

Índice

1.	Resumen Ejecutivo	12
2.	Situación actual del Proyecto	17
2.1	Diagnóstico de la situación actual	17
2.1.1	Área de Influencia del Proyecto	17
2.1.2	Dinámica Poblacional	18
1.1.1	Dimensión del sistema educativo	23
1.1.2	Asistencia escolar	38
1.1.3	Indicadores educativos	43
1.1.4	Resultados de la Evaluación Diagnóstica Formativa	47
1.1.5	Impacto de la infraestructura educativa en el desempeño académico.....	56
2.2	Análisis de la oferta en la situación actual.....	62
2.3	Análisis de la demanda en la situación actual	74
2.3.1	Evolución histórica y proyección de la matrícula escolar.....	74
2.4	Interacción de la Oferta – Demanda en la situación actual del Proyecto	76
3.	Situación sin el Proyecto de Inversión.....	78
3.1	Medidas de optimización.....	78
3.2	Análisis de la oferta en la situación sin Proyecto.....	82
3.3	Análisis de la demanda en situación sin Proyecto.....	86
3.4	Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda en la situación sin Proyecto	87
3.5	Alternativas de solución	88
4.	Situación con del Proyecto de Inversión	101
4.1	Descripción general	101
4.1.1	Arcotecho	102
4.1.2	Ligero.....	105



4.2	Alineación estratégica.....	108
4.3	Localización geográfica	114
4.4	Calendario de actividades.....	120
4.5	Monto total de inversión	121
4.6	Financiamiento	124
4.7	Capacidad instalada	125
4.8	Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación	127
4.9	Vida útil.....	128
4.10	Descripción de aspectos relevantes para determinar la viabilidad del Proyecto de Inversión	129
4.10.1	Factibilidad Técnica	129
4.10.2	Factibilidad Legal	129
4.10.3	Factibilidad Ambiental	130
4.10.4	Factibilidad de Mercado	130
4.11	Análisis de la oferta.....	131
4.12	Análisis de la demanda.....	139
4.13	Interacción oferta-demanda	140
5.	Evaluación del Proyecto de Inversión	142
5.1	Identificación, cuantificación y valoración de los costos del Proyecto.....	144
5.1.1	Inversión	144
5.1.2	Costos de mantenimiento	146
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del Proyecto.....	150
5.2.1	Beneficios por protección respecto a las condiciones climatológicas	150
5.2.2	Beneficios por Fomento de la Actividad Física Continua.....	151
5.2.3	Beneficios por Reducción de Ausentismo Escolar	152
5.3	Cálculo de los indicadores de rentabilidad	153
5.4	Análisis de sensibilidad	157



5.5	Análisis de riesgos	159
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	165
7.	Bibliografía.....	167

Figuras

Figura 1. Área de Influencia del Proyecto y entidades colindantes.....	18
Figura 2. Población por Municipio en miles de habitantes.....	20
Figura 3. Población por rango de edad como porcentaje total de la población.....	21
Figura 4. Esquema general del Sistema Educativo Nacional	26
Figura 5. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 3 a 5 años a nivel municipal, 2020.....	39
Figura 6. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 6 a 11 años a nivel municipal, 2020.....	40
Figura 7. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 12 a 14 años a nivel municipal, 2020.....	41
Figura 8. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 15 a 17 años a nivel municipal, 2020.....	42
Figura 9. Temperatura máxima y mínima promedio en Quintana Roo.....	57
Figura 10. Promedio de la temperatura máxima y mínima histórica en Quintana Roo.	58
Figura 11. Normal Javier Rojo Gómez Bacalar.....	68
Figura 12. Secundaria Técnica No. 27 “Rosario María Gutiérrez” Othón P. Blanco	69
Figura 13. Secundaria Los Corrales Benito Juárez	70
Figura 14. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.	71
Figura 15. Domo Velaria	79
Figura 16. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.	84
Figura 17. Render domo arcotecho.....	103
Figura 18. Render domo ligero	106
Figura 19. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.	114
Figura 20. Plano domo arcotecho	132
Figura 21. Plano domo arcotecho	133
Figura 22. Plano domo arcotecho	134
Figura 23. Plano domo ligero	135
Figura 24. Plano domo ligero	136
Figura 25. Plano domo ligero	137

Tablas

Tabla 1. Población en el Área de Influencia.	19
Tabla 2. TMAC de la población del estado de Quintana Roo (2010-2021)	22
Tabla 3. Esquema general del Sistema Educativo Estatal.....	27
Tabla 4. Número de alumnos y escuelas de educación inicial en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	29
Tabla 5. Número de alumnos y escuelas de educación preescolar en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	29
Tabla 6. Número de alumnos y escuelas de educación primaria en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	30
Tabla 7. Número de alumnos y escuelas de educación secundaria en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	30
Tabla 8. Número de alumnos y escuelas de educación bachillerato en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	31
Tabla 9. Número de alumnos y escuelas de educación profesional técnica en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024.....	31
Tabla 10. Número de alumnos y escuelas de educación superior en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	32
Tabla 11. Estadística Educativa del ciclo escolar 2023-2024 Quintana Roo	44
Tabla 12. Estadística Educativa del ciclo escolar 2023-2024 Quintana Roo.....	45
Tabla 13. Estadística Educativa del ciclo escolar 2023-2024 Quintana Roo.....	46
Tabla 14. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Inicial	62
Tabla 15. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Especial.....	63
Tabla 16. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Básica	63
Tabla 17. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Media	64
Tabla 18. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Superior.....	64
Tabla 19. Índice de infraestructura de las escuelas primaria y secundaria Quintana Roo	66
Tabla 20. Número de planteles educativos con domos escolares.	67
Tabla 21. Distribución de los planteles educativos	72
Tabla 22. Oferta en la Situación Actual del Proyecto	73
Tabla 23. Matrícula de los planteles 2018-2023	74
Tabla 24. Proyección de la matrícula escolar 2024-2045	75
Tabla 25. Interacción Oferta-Demanda	76

Tabla 26. Componentes del domo velaria	80
Tabla 27. Inversión Total Domos Velaria.....	80
Tabla 28. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación sin Proyecto.	83
Tabla 29. Distribución de los planteles educativos	84
Tabla 30. Oferta en la Situación sin Proyecto.....	85
Tabla 31. Interacción Oferta-Demanda	87
Tabla 32. Descripción de la inversión de domo arcotecho con acero galvanizado de 5x8 metros	98
Tabla 33. Descripción de la inversión de domo ligero con acero galvanizado de 29.50x15.95 metros	98
Tabla 34. Alineación Estratégica.	108
Tabla 35. Coordenadas de las escuelas sujetas a intervenir con domo arcotecho.	115
Tabla 36. Coordenadas de las escuelas sujetas a intervenir con domo ligero.	117
Tabla 37. Distribución de los planteles educativos	119
Tabla 38. Descripción de la inversión de un domo arcotecho de 5x8 metros	122
Tabla 39. Descripción de la inversión de un domo ligero de 29.50x15.95 metros.....	123
Tabla 40. Fuentes de financiamiento del Proyecto.	124
Tabla 41. Capacidad instalada durante el horizonte de evaluación.	126
Tabla 42. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación con Proyecto.	131
Tabla 43. Oferta en la Situación sin Proyecto.....	139
Tabla 44. Interacción Oferta-Demanda	140
Tabla 45. Calendario de Inversión.....	144
Tabla 46. Descripción de la inversión de 42 domos arcotecho de 5x8 metros.....	145
Tabla 47. Descripción de la inversión de 49 domos ligero de 29.50x15.95 metros.....	145
Tabla 48. Costos por tipo de mantenimiento y domo.....	148
Tabla 49. Flujo de los costos de mantenimiento del Proyecto	149
Tabla 50. Flujo de Costos de la Alternativa Seleccionada.	154
Tabla 51. Flujo de Costos de la Alternativa Desechada.....	155
Tabla 52. Indicadores de Rentabilidad.	155
Tabla 53. Análisis de Sensibilidad Inversión	157
Tabla 54. Análisis de Sensibilidad Mantenimiento Preventivo	157
Tabla 55. Análisis de Sensibilidad Mantenimiento Correctivo	158



Tabla 56. Asignación de riesgos de impacto y probabilidad de ocurrencia.	159
Tabla 57. Asignación de riesgos de impacto y probabilidad de ocurrencia.	160
Tabla 56. Matriz de Riesgos.	160

Gráficas

Gráfica 1. Matrícula Total Estatal y Tasa de Crecimiento de la Matrícula por ciclo escolar	32
Gráfica 2. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar Educación preescolar	34
Gráfica 3. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar Educación primaria	35
Gráfica 4. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar Educación secundaria.....	37
Gráfica 5. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar Educación media superior	38
Gráfica 6. Porcentaje de aciertos de nivel Primaria en el área de Lectura	48
Gráfica 7. Porcentaje de aciertos de nivel Primaria en el área de Matemáticas	49
Gráfica 8. Porcentaje de aciertos de nivel Primaria en el área de Formación Cívica y Ética	50
Gráfica 9. Porcentaje de aciertos por área evaluada, comparativo por sexo en el nivel primaria.....	51
Gráfica 10. Porcentaje de aciertos del nivel Secundaria en el área de Lectura	52
Gráfica 11. Porcentaje de aciertos del nivel Secundaria en el área de Matemáticas	53
Gráfica 12. Porcentaje de aciertos del nivel Secundaria en el área de Formación Cívica y Ética	54
Gráfica 13. Porcentaje de aciertos por área evaluada, comparativo por sexo en el nivel secundaria	55
Gráfica 14. Evolución de la oferta de planteles educativos en Quintana Roo. (2010-2023)	65
Gráfica 15. Costos de Inversión del Proyecto	146

Glosario

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

TMAC: Tasa anual de crecimiento

SEN: Sistema Educativo Nacional

CINE: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación
CONAFE: Consejo Nacional de Fomento Educativo

SEP: Secretaría de Educación Pública

MEJOREDU: Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

OMS: Organización Mundial de la Salud

SINAVE: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica

SIGE: Sistema de Información y Gestión Educativa

SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público

CAE: Costo Anual Equivalente

IFEQROO: Instituto de Infraestructura Física Educativa del Estado de Quintana Roo

VPN: Valor Presente Neto

VPC: Valor Presente de los Costos

Manual APP: Manual con las disposiciones para determinar la rentabilidad social y la conveniencia de llevar a cabo un Proyecto de Asociación Público-Privada

1. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del Proyecto de Inversión

Objetivo del Proyecto de Inversión

El objetivo del proyecto **“Construcción de 91 domos ligeros y arcotechos, del Programa de Domos en escuelas 2024 del Estado de Quintana Roo” (Proyecto)** es la construcción de 91 domos escolares en los once municipios de la entidad. Esta iniciativa busca fortalecer la calidad de la infraestructura educativa al proporcionar espacios adecuados que mejoren el desempeño escolar y permitan a los estudiantes realizar actividades físicas independientemente de las condiciones climatológicas características del estado.

Problemática Identificada

La infraestructura actual en las escuelas de Quintana Roo no es adecuada para garantizar espacios protegidos y funcionales que permitan a los estudiantes realizar actividades físicas y académicas en condiciones óptimas. Este desafío se agrava por las condiciones climáticas extremas de la región, caracterizadas por altas temperaturas, lluvias intensas y humedad, que dificultan el uso continuo de áreas al aire libre.

Además, Quintana Roo enfrenta uno de los mayores índices de obesidad infantil en el país, lo que subraya la urgencia de promover estilos de vida más saludables mediante la actividad física regular. La falta de infraestructura adecuada no solo limita el desarrollo de estas actividades, sino que también afecta negativamente la salud física de los estudiantes y su desempeño académico, al generar un entorno menos propicio para el aprendizaje integral.

**Breve
descripción
del programa
de inversión**

El Proyecto consiste en la puesta en marcha de 42 domos arcoteco y 49 domos ligero en los once municipios del estado de Quintana Roo. Se estima que este proyecto beneficiará a 17,815 estudiantes desde el primer año de implementación, y a 23,808 estudiantes en el último año del horizonte de evaluación.

El domo arcoteco consiste en un sistema de autosoporte para cubierta metálica (tipo arco) con una superficie de 8.00 x 5.00 m (medidas a ejes). Está fabricado en lámina ondulada TO-100, con rolado en forma transversal.

El domo ligero es la construcción de la estructura metálica tipo domo de 30.00 x 17.00 m (medidas a ejes) inicia con la cimentación. Ésta incluye la excavación de material tipo “B” y “C”, la colocación de una plantilla de concreto con resistencia $f'c=150$ kg/cm² y la construcción de zapatas de concreto $f'c=250$ kg/cm² premezcladas durante 3 días, reforzadas con varillas #3, #5 y #6, cimbra común y anclas para cimentación. El relleno se realiza con el material de la excavación.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del Proyecto de Inversión

**Horizonte de
Evaluación**

Se contempla un periodo de 20 años, con la inversión programada para el año 2025. Las operaciones comenzarán en ese mismo año y se extenderán hasta el año 2045.

**Descripción de
los principales
costos del PPI**

Desglose de componentes de inversión

Nombre del Componente	Monto (sin IVA)
42 Domos Arcotecho	
Preliminares	\$920,360.28
Cimentación	\$3,799,317.48
Estructura	\$34,980,744.12
Albañilería y acabados	\$1,122,792.72
Instalaciones eléctricas	\$8,060,827.74
Instalaciones pluviales	\$10,018,763.16
Trabajos previos y de mantenimiento por la construcción	\$9,656,940.72
49 Domos Ligero	
Preliminares	\$1,678,168.17
Cimentación	\$24,104,415.16
Estructura de concreto	\$11,755,545.41
Estructura Metálica	\$59,749,242.21
Faldón	\$4,737,909.47
Adheridos	\$9,882,632.62
Albañilería y acabados	\$12,857,284.93
Instalaciones eléctricas	\$3,415,358.80
Instalaciones Pluviales	\$10,458,478.66
Obra exterior eléctrica	\$4,389,624.82
Inversión total (sin IVA)	\$211,588,406.47
Impuesto al Valor Agregado	\$33,854,145.04
Inversión total (con IVA)	\$245,442,551.51

Fuente: Elaboración propia con base en los Gastos de Capital (Capex) del Proyecto.

**Descripción de
los principales
beneficios del
Proyecto de
Inversión**

- **Protección contra condiciones climatológicas.** La construcción de 91 domos escolares busca mitigar los efectos de las condiciones climatológicas que afectan la región. Durante la temporada de calor, cuando las temperaturas superan los 35°C y se combinan con alta humedad, los estudiantes enfrentan riesgos como golpes de calor, deshidratación y disminución de su capacidad cognitiva. En la temporada de lluvias, las precipitaciones intensas y los fuertes vientos interrumpen las actividades

escolares. Los domos proporcionan un entorno seguro y funcional que garantiza la continuidad de actividades educativas, deportivas y culturales, al tiempo que protegen a la comunidad escolar y sirven como refugios temporales en situaciones de emergencia.

- **Fomento de la actividad física continua.** La instalación de domos escolares fomenta la práctica regular de actividad física en un entorno seguro. También contribuye a la prevención del sobrepeso y la obesidad infantil, que afectan al 25% de los niños en Quintana Roo. Además, reduce el riesgo de enfermedades crónicas como diabetes y problemas cardiovasculares, y mejora el bienestar emocional al combatir el estrés y la ansiedad, especialmente en un contexto postpandemia.
- **Reducción de ausentismo escolar.** La puesta en marcha de este Proyecto garantiza espacios adecuados para actividades, académicas, culturales y deportivas durante todo el año, incluso en condiciones climáticas adversas. Esto promueve la regularidad en la asistencia escolar, reduce el ausentismo y contribuye a prevenir el abandono escolar. Al proporcionar un entorno seguro y cómodo, mejora el rendimiento académico y fomenta la participación en actividades extracurriculares que promueven un mayor compromiso estudiantil.

**Monto total de
Inversión (Con
IVA)**

\$245,442,551.51 (Doscientos cuarenta y cinco millones cuatrocientos cuarenta y dos mil quinientos cincuenta y un pesos 51/100 M.N.)

**Principales
riesgos del
Proyecto**

- Insuficiencia presupuestal
- Retrasos regulatorios
- Deficiencia en el diseño
- Accidentes laborales
- Fenómenos climáticos
- Materiales de baja calidad

Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Inversión

**Ahorro del
Costo Anual
Equivalente
entre
Alternativas
(CAE)**

\$9,366,213.12 (Nueve millones trescientos sesenta y seis mil doscientos trece pesos 12/100 M.N.)

Conclusión

**Conclusión del
Análisis del
PPI**

El análisis socioeconómico concluye que el proyecto **“Construcción de 91 domos ligeros y arcotechos, del Programa de Domos en escuelas 2024 del Estado de Quintana Roo”**, concluye que, bajo las estimaciones realizadas, genera un ahorro anual de \$9,366,213.12 pesos, lo que se traduce en una eficiencia en costos en beneficio de las finanzas públicas del estado. Además de los ahorros financieros, el proyecto presenta beneficios intangibles como una protección a los estudiantes de las condiciones climatológicas, fomento de la actividad física continua y reducción del ausentismo escolar.

2. Situación actual del Proyecto

2.1 Diagnóstico de la situación actual

2.1.1 Área de Influencia del Proyecto

Para efectos del presente documento se define el área de influencia del Proyecto como el área integrada por los once municipios del estado de Quintana Roo

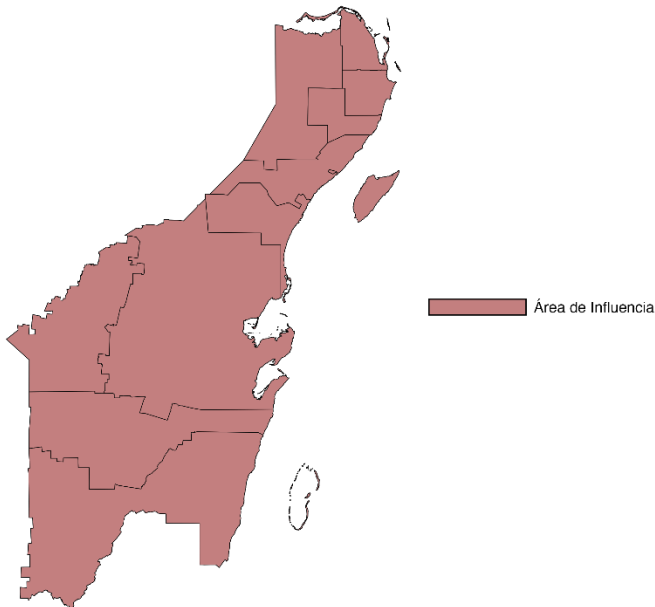
- Bacalar.
- Benito Juárez.
- Cozumel.
- Felipe Carrillo Puerto.
- Isla Mujeres.
- José María Morelos.
- Lázaro Cárdenas.
- Othón P. Blanco.
- Puerto Morelos.
- Solidaridad.
- Tulum.

El siguiente mapa muestra la ubicación geográfica de estas demarcaciones territoriales.

Figura 1. Área de Influencia del Proyecto y entidades colindantes.

Área de Influencia del Proyecto

Alcaldías y Municipios en el Área de Influencia y Áreas Colindantes



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

2.1.2 Dinámica Poblacional

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), los municipios y alcaldías que forman parte del área de influencia cuentan con un total de población de 1,857,987 personas.

Por otra parte, el estado de Quintana Roo cuenta con una superficie de 44,705.2 km², lo que representa el 2.3% del territorio nacional y se traduce en una densidad poblacional de 41.6 habitantes por km².

Los datos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Población en el Área de Influencia.

Municipio	Población Censo INEGI 2020
Bacalar	41,754
Benito Juárez	911,503
Cozumel	88,628
Felipe Carrillo Puerto	83,990
Isla Mujeres	22,686
José María Morelos	39,165
Lázaro Cárdenas	29,171
Othón P. Blanco	233,648
Puerto Morelos	26,921
Solidaridad	333,800
Tulum	46,721
TOTAL	1,857,987

Fuente: Censo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020.

Es importante destacar que los municipios de Tulum, Bacalar y Puerto Morelos han sido constituidos en los últimos veinte años, siendo sus años de creación 2008, 2011 y 2015 respectivamente.

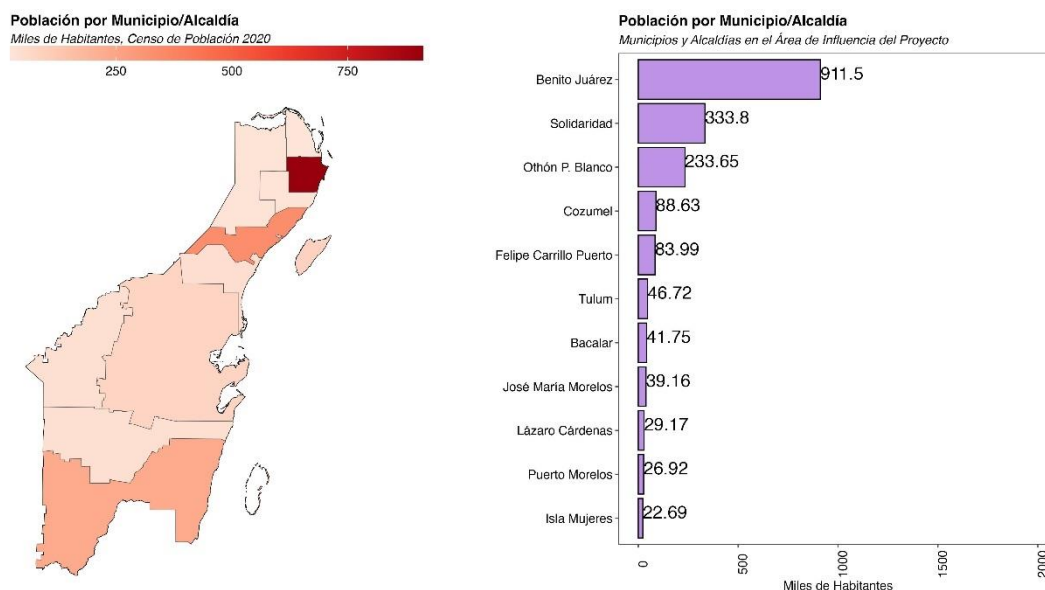
En materia económica, el 68.5% de la población es considerada como población económicamente activa, mientras que el resto de la población se considera como población no económicamente activa y se distribuye de la siguiente forma:

- 38.7%: Estudiantes,
- 43.5%: Personas dedicadas a actividades domésticas,
- 5.9%: Pensionados o jubilados,
- 2.5%: Personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar,
- 9.5%: Personas en otras actividades no económicas y
- 0.3%: Población con condición de actividad no especificada.

Por su parte, la población según el nivel del grado de escolaridad se distribuye de la siguiente manera:

- 3.6%: Sin escolaridad,
- 45.8%: Básica,
- 28.7%: Media superior,
- 21.6%: Superior.

Figura 2. Población por Municipio en miles de habitantes.



Fuente: Censo INEGI 2020.

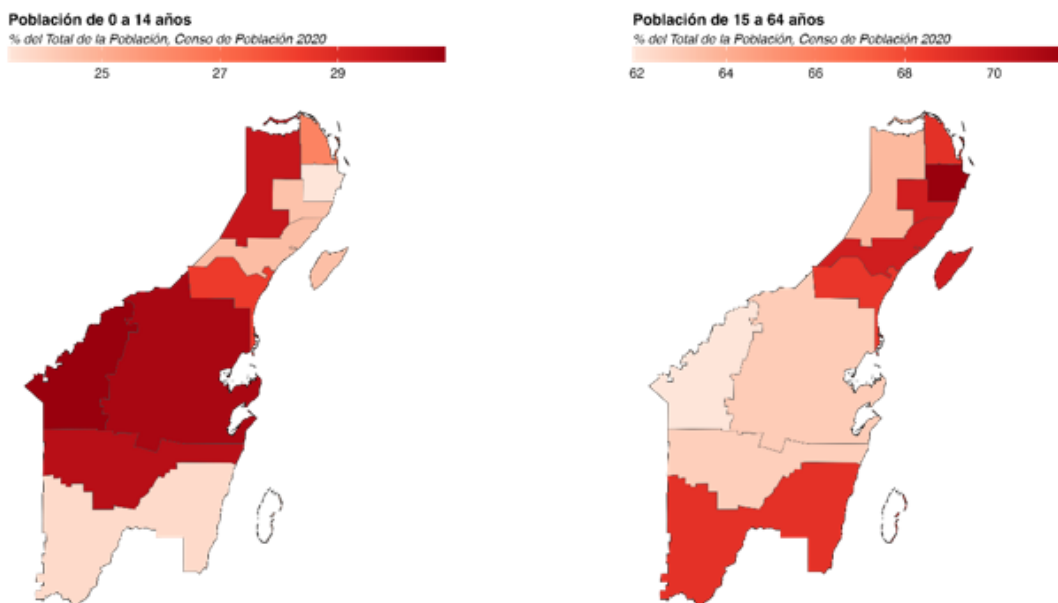
En relación con la población clasificada por rangos de edad se tomaron como referencia las cifras del Sistema Educativo Nacional (SEN) 2023-2024. A continuación, se presentan los resultados correspondientes al estado de Quintana Roo:

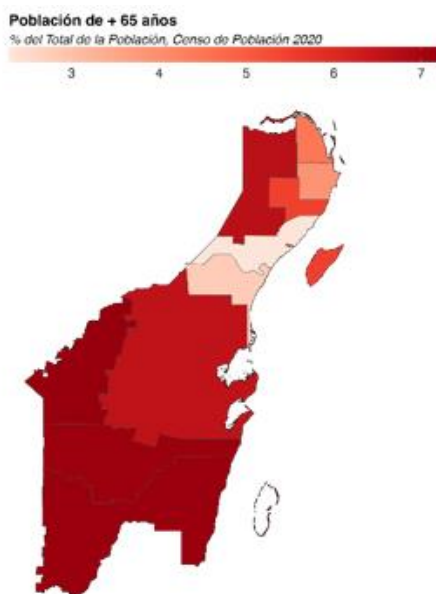
- 0-2 años: 100,657 habitantes
- 3-5 años: 100,923 habitantes
- 6-11 años: 197,640 habitantes
- 12-14 años: 99,550 habitantes
- 15-17 años: 98,980 habitantes
- 18-22 años: 169,676 habitantes

La siguiente imagen muestra un mapa del estado de Quintana Roo, con tres grupos de población clasificados por rangos de edad, según el Censo de Población 2020 del INEGI. En la primera sección, relacionada con la población de 0 a 14 años, se observa una mayor concentración en las regiones del norte y sur del estado, lo que indica que estas áreas tienen una proporción más alta de jóvenes en comparación con otras zonas.

En la segunda sección, que muestra la población de 15 a 64 años, la mayor concentración se da en el centro y noreste del estado, áreas que reflejan una mayor proporción de población en edad productiva. Finalmente, la tercera sección, correspondiente a la población de 65 años o más, indica que las zonas con una mayor proporción de adultos mayores se encuentran en el centro-sur del estado.

Figura 3. Población por rango de edad como porcentaje total de la población





Fuente: Censo INEGI 2020.

En cuanto a la tasa anual de crecimiento (en adelante TMAC) de la población total en el área de influencia, esta fue del 4.05% entre 2015 (1,501,562 habitantes) y 2020. Los municipios con las tasas de crecimiento más altas fueron Solidaridad con un 9.75%, Tulum con un 7.39% y Benito Juárez con un 4.16%.

En relación con la TMAC por grupo de edad, la población de 0 a 17 años muestra la siguiente tasa de crecimiento promedio anual en el periodo de 2010 a 2021.

Tabla 2. TMAC de la población del estado de Quintana Roo (2010-2021)

Rango de edad	TMAC
0 a 2 años	0.6%
3 a 5 años	1.2%
6 a 11 años	1.3%
12 a 14 años	1.2%
15 a 17 años	1.1%

Fuente: Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJOREDU). Cálculos con base en proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050

Finalmente, más del 80% de la población vive en zonas urbanas, principalmente en ciudad como Playa del Carmen, Chetumal, Cozumel y Cancún. Esta última es la más poblada, con más de 900,000 habitantes.

1.1.1 Dimensión del sistema educativo

El sistema educativo mexicano se organiza en tipos, niveles y modalidades educativas. Los tres tipos educativos que conforman al SEN son:

- **Educación básica:** es el primer tipo educativo del SEN al que ingresan los estudiantes, es obligatorio y se imparte en cuatro niveles: inicial, preescolar, primaria y secundaria. Los rangos de edad típicos para cursar los niveles educativos son: inicial, preescolar, primaria y secundaria.
- **Educación media superior:** tipo educativo que comprende los niveles bachillerato general, bachillerato tecnológico (incluye el servicio profesional técnico bachiller) y profesional técnico.
- **Educación superior:** tipo educativo que se imparte después de la educación media superior, está compuesta por los niveles: técnico superior universitario o profesional asociado, licenciatura, especialidad, maestría y doctorado, así como la educación normal en todas sus especialidades.

Cada una de las etapas que conforman un tipo educativo tiene características específicas. En la educación media superior y superior, estas etapas se organizan en fases de desarrollo educativo independientes, las cuales pueden ser propedéuticas o terminales. A continuación, se describen los niveles de escolaridad que abarcan el nivel de educación básica y media superior.

- **Educación inicial:** Este nivel educativo está dirigido a infantes menores de tres años con el objetivo de potenciar su desarrollo integral y armónico en un entorno enriquecido con experiencias formativas, educativas y afectivas. Busca promover habilidades, hábitos, valores y actitudes necesarias para el desarrollo de su autonomía, creatividad y desempeño personal y social.

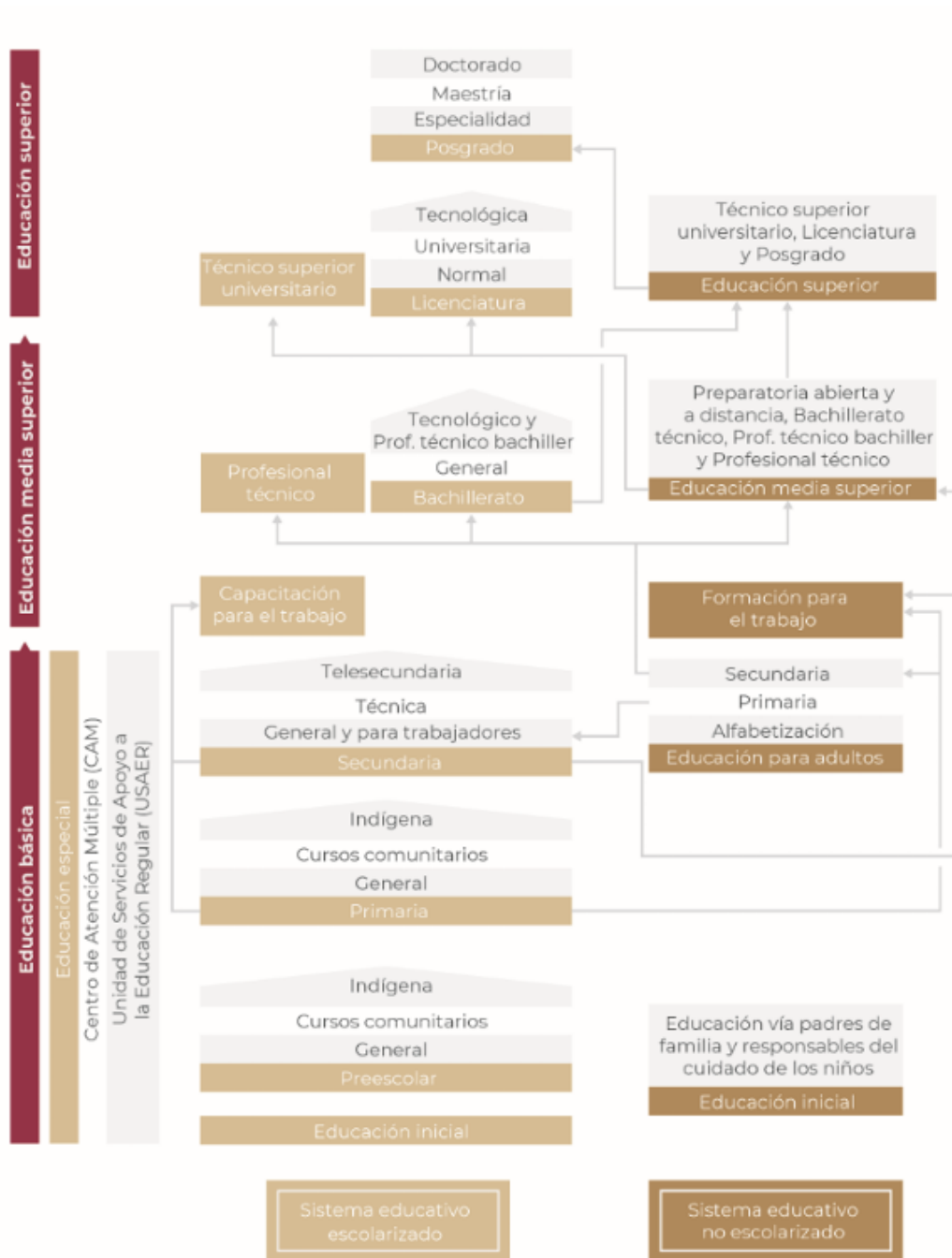
- **Educación preescolar:** Nivel educativo del tipo básico que tiene como objetivo principal el desarrollo integral y equilibrado de las niñas y los niños, para facilitar su interacción con pares y adultos. Promueve la socialización, la afectividad, las habilidades de comunicación, el pensamiento matemático, el conocimiento del entorno natural y social, el desarrollo físico y psicomotor, así como la expresión artística. Es obligatoria y antecede a la educación primaria. Se imparte en los servicios generales, indígena y cursos comunitarios. El grupo de edad típico para este nivel es de 3 a 5 años.
- **Educación primaria.** Nivel educativo del tipo básico, que establece las bases en áreas fundamentales para la adquisición de conocimientos posteriores. Esto incluye el dominio de la lectura y escritura, los conocimientos básicos de las ciencias naturales y sociales, el conocimiento del cuerpo, las posibilidades motrices y las emociones, las artes y las relaciones interpersonales. Es obligatoria y antecede la educación secundaria. Se imparte en los servicios generales, indígena y cursos comunitarios. El grupo de edad típico para cursar este nivel educativo es de 6 a 11 años.
- **Educación secundaria:** Nivel educativo del tipo básico, en el que se proporcionan los conocimientos necesarios para que los egresados puedan continuar con estudios del tipo medio superior. Su antecedente obligatorio es la educación primaria y se cursa en tres años mediante los siguientes servicios: general, técnica, secundaria para trabajadores telesecundaria, comunitaria o a las modalidades regionales autorizadas por la Secretaría de Educación Pública. El grupo de edad típico para cursar este nivel educativo es de 12 a 14 años.

- **Bachillerato:** Es un nivel educativo que forma parte de la educación media superior, situado entre la educación secundaria y la educación superior. Este nivel tiene objetivos y características propias, y está dirigido a jóvenes de entre quince y dieciocho años, aproximadamente. Su propósito principal es fomentar en los estudiantes el desarrollo de una síntesis personal y social inicial que facilite el acceso a la educación superior, al tiempo que proporcione una comprensión profunda de su entorno social y de la época en la que viven.
- **Profesional técnico:** Nivel educativo de tipo medio superior que prepara a técnicos en actividades industriales y de servicios. Su antecedente obligatorio es la educación secundaria. Los estudios que se imparten son de carácter terminal y la duración varía entre dos y cuatro años. Su propósito es formar al estudiante para incorporarse al mercado de trabajo.

La modalidad educativa es la primera gran división del SEN que define la manera en se imparte la educación. Hay dos modalidades principales:

- **Modalidad Escolarizada:** Es el conjunto de servicios educativos impartidos en instituciones educativas, lo que implica la disponibilidad de un espacio físico donde se ofrece formación académica de manera sistemática. Esta modalidad requiere instalaciones que cumplan con las características especificadas por la autoridad educativa en los acuerdos correspondientes. Se ofrece en dos opciones: presencial e intensiva.
- **Modalidad No Escolarizada:** También conocida como sistema abierto, está destinada a estudiantes que no asisten a la formación en el campo institucional. Esta modalidad reemplaza la presencia física con recursos que permiten la formación a distancia. El grado de apertura y flexibilidad del modelo depende de los materiales didácticos de auto acceso, los equipos de informática y telecomunicaciones, y el apoyo del personal docente. Este tipo de modalidad se ofrece únicamente en los niveles educativos de media superior y superior.

Figura 4. Esquema general del Sistema Educativo Nacional



Fuente: Secretaría de Educación Pública (SEP).

Sistema Educativo Estatal

La estructura del Sistema Educativo del estado de Quintana Roo comprende los seis niveles de educación conforme a la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE).

Tabla 3. Esquema general del Sistema Educativo Estatal

Tipo Educativo	Nivel	Escolarizado	No Escolarizado
Educación Básica	Educación Inicial	Educación Inicial	Educación indígena, orientación a padres de familia. Inicial comunitaria (CONAFE)
	Preescolar	General Indígena Comunitario (CONAFE)	No Aplica
	Primaria	General Indígena Comunitario (CONAFE)	Primaria para adultos
	Secundaria	General Indígena Comunitario (CONAFE)	Secundaria para adultos
Educación Media	Profesional técnico	Profesional técnico	Educación abierta y a distancia
	Bachillerato	General técnico	
Educación Superior	Técnico Superior	Técnico superior o profesional asociado	Educación abierta y a distancia
	Licenciatura	Educación Normal Licenciatura Universitaria Licenciatura Tecnológica	
	Posgrado	Especialidad Maestría Doctorado	
Otros servicios ofrecidos en el Estado	Capacitación para el trabajo Especial	-	-

Fuente: Dirección de Planeación, secretaria de Educación de Quintana Roo (SEQ)

La evolución histórica de la matrícula escolar en Quintana Roo refleja no sólo el crecimiento poblacional y el desarrollo económico de la región, sino también los esfuerzos de las autoridades educativas por garantizar el acceso a la educación a todos los habitantes del estado.

Desde su consolidación como estado en 1974, Quintana Roo ha sido testigo de un acelerado crecimiento económico, impulsado principalmente por el auge de la industria turística y su efecto multiplicador en otros sectores. Este dinamismo ha generado una migración poblacional, atrayendo a familias de diversas regiones del país en busca de oportunidades laborales y una mejor calidad de vida. En este contexto, la educación ha desempeñado un papel crucial, con políticas públicas orientadas a ampliar la infraestructura educativa y mejorar la calidad docente, respondiendo así al incremento en la demanda de servicios educativos. Estas acciones no solo han permitido atender las necesidades de una población en constante expansión, sino que también han consolidado a la educación como un elemento esencial para sostener y potenciar el desarrollo económico del estado.

Para identificar la actualidad de la matrícula e infraestructura en cada nivel educativo de los once municipios del estado de Quintana Roo se utilizó el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa de la SEP.

A continuación, se presentan el número de escuelas y alumnos por nivel educativo hasta el bachillerato para el ciclo escolar más reciente (2023-2024).

Tabla 4. Número de alumnos y escuelas de educación inicial en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Bacalar	1	19
Benito Juárez	18	993
Cozumel	3	136
Felipe Carrillo Puerto	24	632
Isla Mujeres	NA	NA
José María Morelos	11	362
Lázaro Cárdenas	7	115
Othón P. Blanco	7	407
Puerto Morelos	NA	NA
Solidaridad	3	331
Tulum	2	21
TOTAL	76	3,016

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Tabla 5. Número de alumnos y escuelas de educación preescolar en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Bacalar	57	1,675
Benito Juárez	237	21,101
Cozumel	30	2,658
Felipe Carrillo Puerto	101	4,546
Isla Mujeres	12	665
José María Morelos	61	2,388
Lázaro Cárdenas	36	1,314
Othón P. Blanco	153	6,951
Puerto Morelos	9	670
Solidaridad	95	9,559
Tulum	30	2,178
TOTAL	821	53,705

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Tabla 6. Número de alumnos y escuelas de educación primaria en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Bacalar	62	5,518
Benito Juárez	295	85,327
Cozumel	36	8,828
Felipe Carrillo Puerto	100	10,591
Isla Mujeres	13	2,938
José María Morelos	61	5,268
Lázaro Cárdenas	42	3,901
Othón P. Blanco	158	23,291
Puerto Morelos	13	2,896
Solidaridad	119	34,276
Tulum	33	6,403
TOTAL	932	189,237

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Tabla 7. Número de alumnos y escuelas de educación secundaria en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Bacalar	48	2,571
Benito Juárez	130	42,226
Cozumel	14	4,312
Felipe Carrillo Puerto	60	5,260
Isla Mujeres	7	1,436
José María Morelos	34	2,459
Lázaro Cárdenas	27	1,875
Othón P. Blanco	98	11,592
Puerto Morelos	5	1,356
Solidaridad	60	16,157
Tulum	17	2,990
TOTAL	500	92,334

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Tabla 8. Número de alumnos y escuelas de educación bachillerato en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Bacalar	22	1,970
Benito Juárez	80	34,201
Cozumel	13	3,890
Felipe Carrillo Puerto	38	4,287
Isla Mujeres	5	945
José María Morelos	16	1,867
Lázaro Cárdenas	15	1,588
Othón P. Blanco	58	12,395
Puerto Morelos	4	1,008
Solidaridad	40	10,802
Tulum	12	2,262
TOTAL	303	75,215

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Tabla 9. Número de alumnos y escuelas de educación profesional técnica en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Benito Juárez	1	46
Othón P. Blanco	2	77
TOTAL	3	123

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

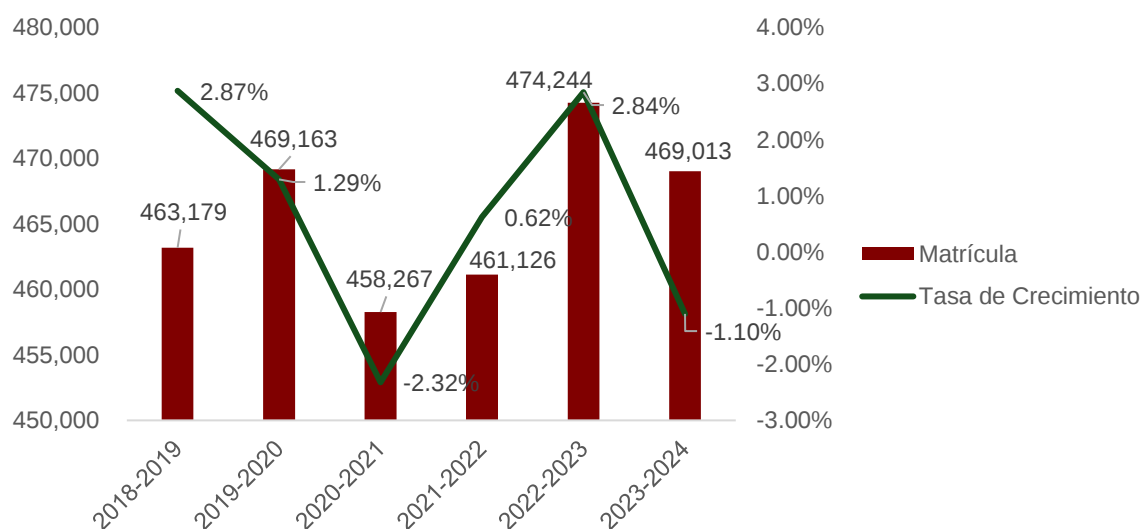
Tabla 10. Número de alumnos y escuelas de educación superior¹ en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024

Municipio	Escuelas	Alumnos
Bacalar	2	1,250
Benito Juárez	57	31,668
Cozumel	5	1,361
Felipe Carrillo Puerto	8	1,603
Isla Mujeres	1	62
José María Morelos	1	893
Othón P. Blanco	40	11,806
Puerto Morelos	1	39
Solidaridad	20	6,621
Tulum	1	80
TOTAL	136	55,383

Fuente: Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Al analizar la serie histórica de la “Estadística inicial 911 del Sistema Educativo Estatal”, se identifican los siguientes aspectos relevantes:

Gráfica 1. Matrícula Total Estatal y Tasa de Crecimiento de la Matrícula por ciclo escolar



Fuente: Estadística de inicio 911 del Sistema Educativo Estatal y el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

¹ Incluye Normal Licenciatura, Licenciatura y Posgrado.

La gráfica ilustra la evolución de la matrícula total estatal y su tasa de crecimiento entre los ciclos escolares 2018-2019 a 2023-2024. En los primeros años del periodo analizado, se registra un crecimiento positivo, al pasar de 463,179 estudiantes en el ciclo 2018-2019 a 469,163. Sin embargo, durante el ciclo 2020-2021, se observa una caída significativa en la matrícula, que disminuye a 458,267 estudiantes, probablemente debido al impacto de la pandemia de COVID-19 en el sistema educativo.

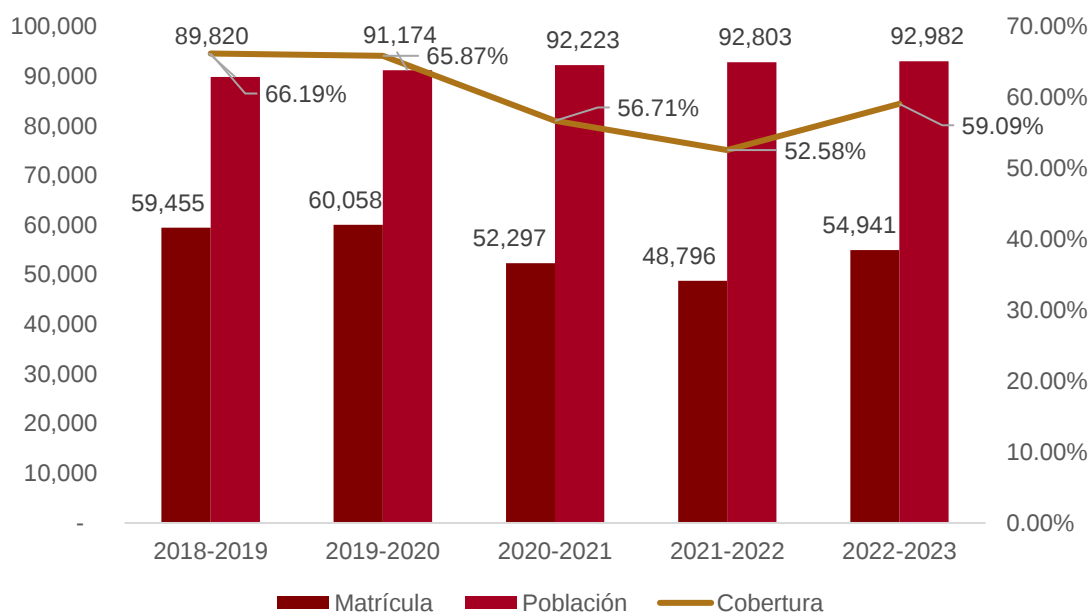
En los años posteriores, se evidencia una recuperación gradual, al alcanzar un máximo de 474,244 estudiantes en el ciclo 2022-2023. La tasa de crecimiento refuerza este análisis, al mostrar un descenso marcado en el ciclo 2020-2021, con un -2.32%, reflejo del impacto negativo en la matrícula. Posteriormente, se registra una recuperación en 2021-2022, con un crecimiento del 0.62%, y un repunte más sólido en 2022-2023 al alcanzar un 2.84%. No obstante, la disminución a -1.1% en 2023-2024 sugiere la aparición de nuevos desafíos que afectan la inscripción estudiantil.

– **Cobertura por nivel de escolaridad**

Educación preescolar

En el ciclo escolar más reciente, la matrícula de educación preescolar alcanzó un total de 53,705 estudiantes, de los cuales 27,162 son niños (50.6%) y 26,543 son niñas (49.4%). Los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Othón P. Blanco concentran el 70% de la matrícula preescolar. Para atender a esta población estudiantil, el sistema cuenta con 2,612 docentes y 821 escuelas dedicadas a la educación preescolar. A continuación, se muestra el comportamiento de los últimos ciclos escolares en relación con la matrícula, la población objetivo total y la tasa de crecimiento anual entre los periodos escolares.

Gráfica 2. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar | Educación preescolar



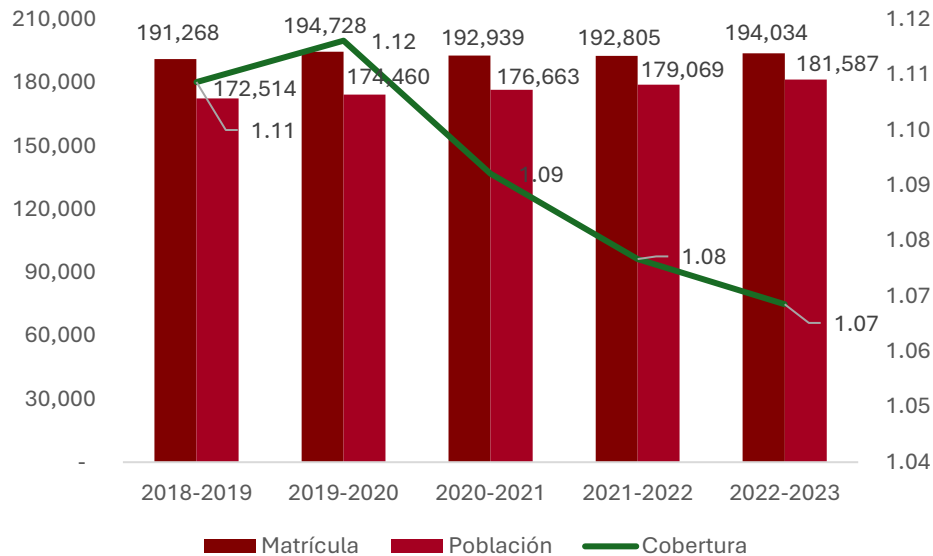
Fuente: Estadística de inicio 911 del Sistema Educativo Estatal y el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

En términos generales, la población potencial de estudiantes se ha mantenido relativamente constante en el tiempo, al oscilar entre 89,820 y 92,982 estudiantes, con un crecimiento moderado promedio. Además, la matrícula muestra una disminución considerable al pasar de 59,455 en el ciclo escolar 2018-2019 a 54,941 en el ciclo 2022-2023. Esta caída se atribuye principalmente a los efectos de la pandemia, ya que el nivel de matrícula aún no ha logrado recuperarse al registrado en 2018-2019. Esto representa una brecha del 8% respecto al ciclo escolar más reciente.

Educación primaria

En el ciclo escolar más reciente, la matrícula de educación primaria alcanzó los 189,237 estudiantes, de los cuales 96,124 son niños (50.8%) y 93,113 son niñas (49.2%). Los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Othón P. Blanco concentran el 75.5% de la matrícula de este nivel educativo. Para atender a esta población estudiantil, el sistema cuenta con 6,903 docentes y 932 escuelas dedicadas a la educación primaria.

Gráfica 3. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar | Educación primaria



Fuente: Estadística de inicio 911 del Sistema Educativo Estatal y el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

En términos generales, se observa un incremento en la población potencial de estudiantes a lo largo del tiempo, al aumentar de 172,514 a 181,587 estudiantes. Este crecimiento, aunque moderado, refleja una tendencia positiva.

En cuanto a la matrícula, se registra un ligero aumento al pasar de 191,268 a 194,034 estudiantes. Es importante señalar que la matrícula de educación primaria no se vio severamente afectada por la pandemia de COVID-19. Únicamente se reporta una disminución del 0.36% en el ciclo escolar 2022-2023 respecto al ciclo escolar 2019-2020. Sin embargo, se aprecia una disminución notable en la TMAC desde el inicio de la pandemia, una tendencia que aún no se ha revertido completamente. Si bien esto no necesariamente implica un resultado negativo, sí es un aspecto que las autoridades estatales deben monitorear.

Es relevante aclarar que los porcentajes superiores al 100% en algunos indicadores pueden deberse a la presencia de estudiantes de generaciones escolares anteriores o a alumnos provenientes de otras entidades federativas como consecuencia de la inmigración.

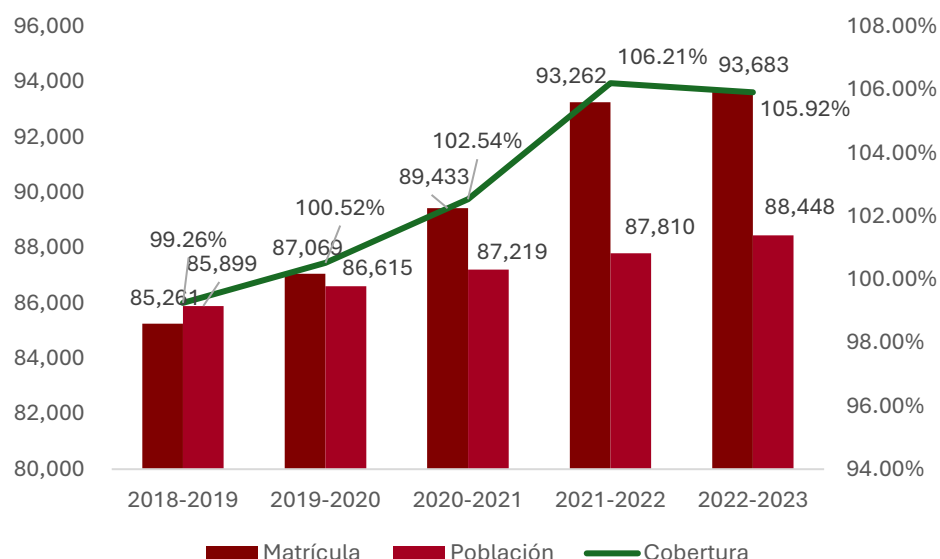
Educación secundaria

En la matrícula se observa un aumento desde el ciclo 2018-2019 hasta el 2021-2022, donde llega a un pico de 93,262 estudiantes, seguido de una ligera disminución en el 2022-2023, con 93,683 estudiantes. De igual forma, la población muestra un aumento en los primeros tres ciclos, alcanzando su punto más alto en el ciclo 2020-2021 (87,219). Sin embargo, en los dos últimos ciclos, la población disminuye a 87,810 y finalmente a 88,448. La cobertura muestra una tendencia ascendente desde el 2018-2019 hasta alcanzar su punto más alto en 2021-2022 con un 106.21% de cobertura.

La tendencia general sugiere un crecimiento sostenido de la matrícula y la cobertura, lo cual es un indicador positivo para la inclusión educativa. Sin embargo, la ligera disminución en la población y en la cobertura en los últimos dos ciclos es un área para revisar, posiblemente debido a factores externos que afecten la proyección poblacional o el acceso educativo.

Al igual que en la educación primaria, los porcentajes superiores a 100% pueden estar dados por la presencia de alumnos de otras generaciones escolares, así como alumnos provenientes de otras entidades federativas debido a la inmigración.

Gráfica 4. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar | Educación secundaria



Fuente:

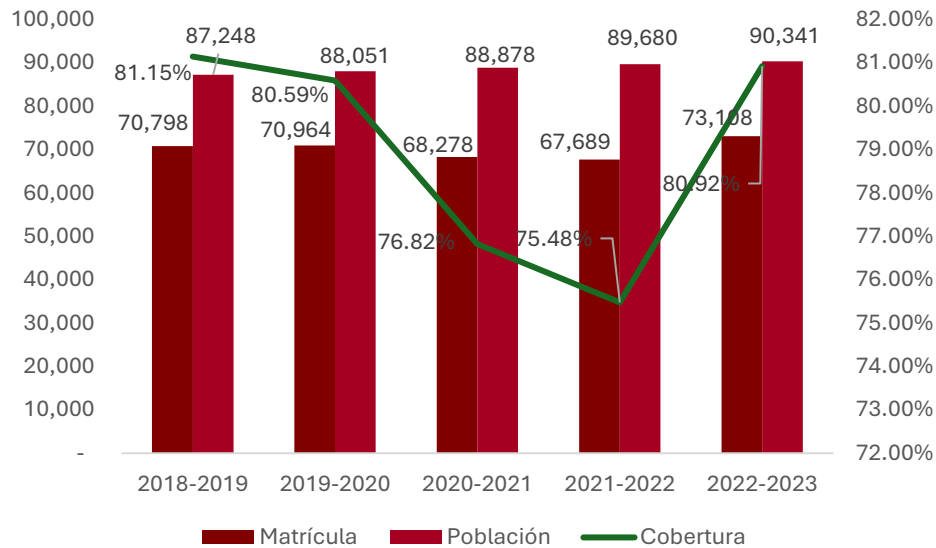
Estadística de inicio 911 del Sistema Educativo Estatal y el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Educación media superior

La población estudiantil ha seguido una tendencia ascendente, al pasar de 87,248 personas en el ciclo 2018-2019 a un máximo de 90,341 personas en 2022-2023. La matrícula muestra fluctuaciones importantes. En el ciclo 2018-2019 el número de estudiantes inscritos era de 70,798, pero este número disminuyó notablemente en los ciclos 2020-2021 y 2021-2022 debido a la pandemia de COVID-19. Sin embargo, en el último ciclo 2022-2023, se observa una recuperación en la matrícula, al alcanzar un total de 73,103 estudiantes.

En términos de cobertura, en el ciclo 2018-2019 se encontraba en un 81.15%. Este indicador experimentó un descenso progresivo en los ciclos posteriores, y alcanzó su punto más bajo en 2021-2022 con una cobertura del 75.48%. No obstante, en el ciclo 2022-2023, se registra una recuperación significativa, con una cobertura del 80.92%, muy cercana al nivel inicial del periodo.

Gráfica 5. Matrícula Total Estatal, Población Total Estatal y Cobertura por ciclo escolar | Educación media superior



Fuente: Estadística de inicio 911 del Sistema Educativo Estatal y el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

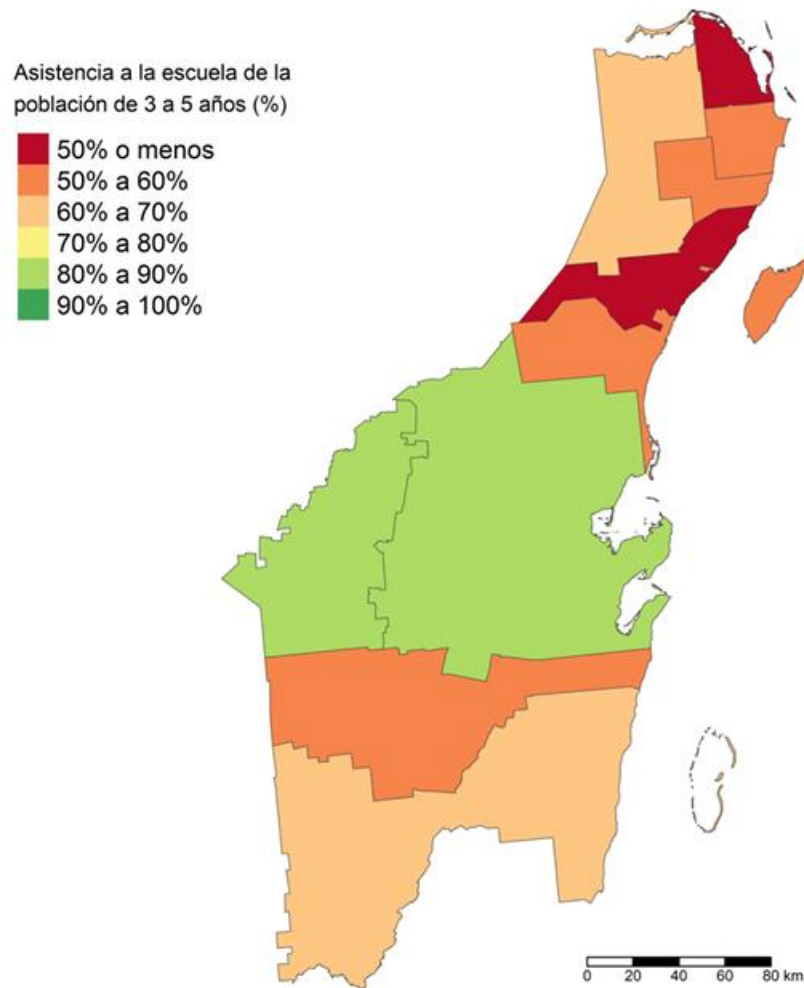
En general, los datos de los niveles educativos destacan la importancia de fortalecer la infraestructura educativa y de implementar estrategias específicas que atiendan tanto la recuperación de niveles previos de matrícula como el impacto de factores externos, incluyendo la migración poblacional y los efectos de crisis globales. La tendencia positiva en algunos niveles, como primaria y secundaria, resalta avances importantes, pero los desafíos en la recuperación del preescolar y en la estabilidad de la educación media superior requieren atención prioritaria.

1.1.2 Asistencia escolar

El porcentaje de asistencia escolar es un indicador clave para evaluar el acceso y la permanencia de los estudiantes en el sistema educativo, así como para identificar posibles desigualdades en el ejercicio del derecho a la educación. Este indicador refleja la inclusividad del sistema educativo al permitir que la población en edad escolar acceda a la enseñanza. Tasas bajas de asistencia pueden indicar la presencia de barreras como pobreza, falta de infraestructura, ubicación geográfica y discriminación, entre otras.

A continuación, se presentan los porcentajes de asistencia escolar en Quintana Roo para los grupos de edad relevantes, según información de la SEP y del INEGI:

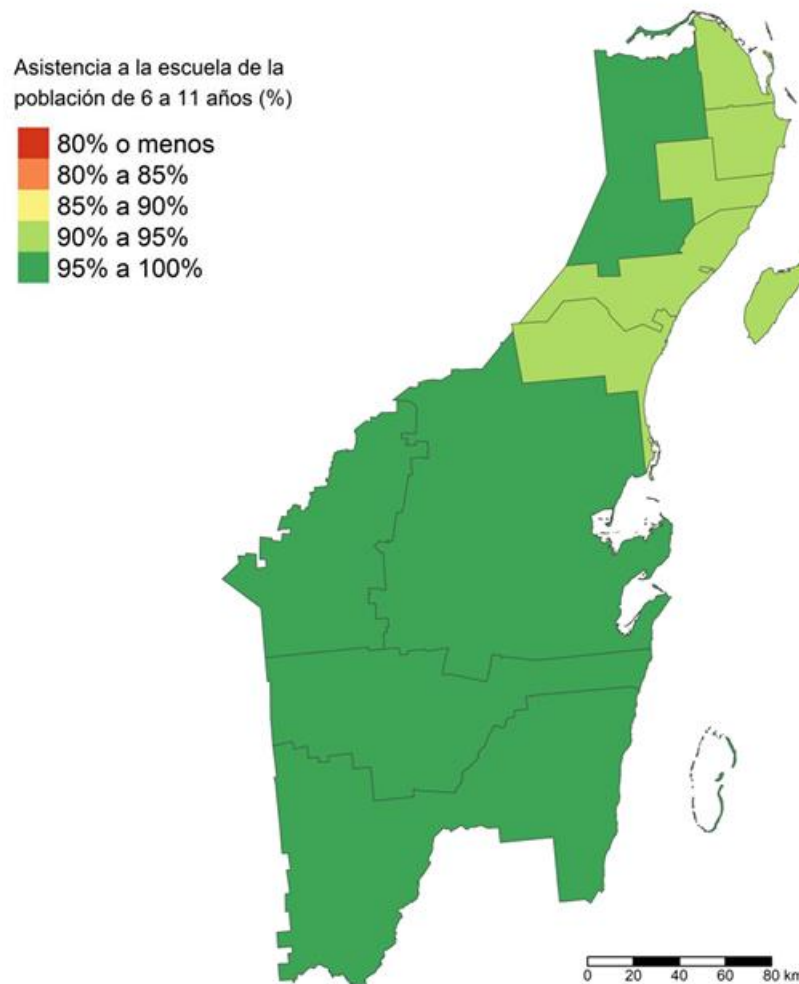
Figura 5. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 3 a 5 años a nivel municipal, 2020.



Fuente: Secretaría de Educación Pública, con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

En el mapa anterior, se observa que los municipios con mayor asistencia escolar en el grupo de edad de 3 a 5 años son Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, mientras que los municipios con menor asistencia en este rango etario son Isla Mujeres y Solidaridad.

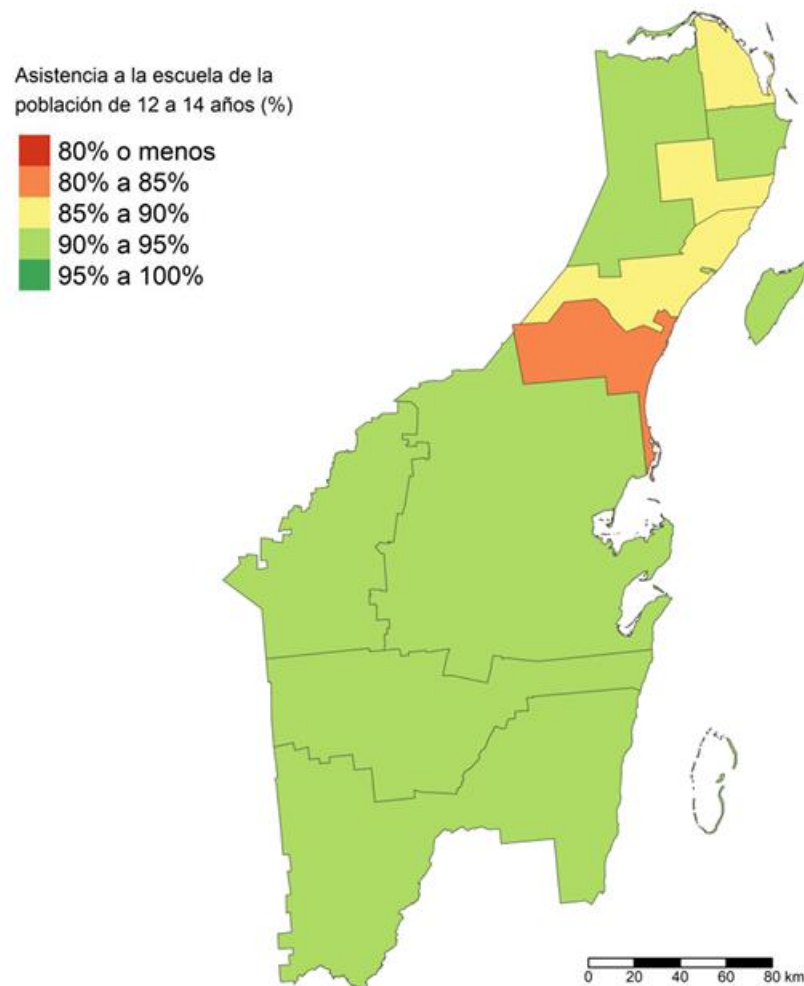
Figura 6. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 6 a 11 años a nivel municipal, 2020.



Fuente: Secretaría de Educación Pública, con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

En la población de 6 a 11 años, los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Puerto Morelos, Solidaridad, Tulum y Cozumel presentan un porcentaje de asistencia escolar entre 90% y 95%, mientras que el resto de los municipios registran porcentajes entre 95% y 100%. Este comportamiento representa una mejora en el indicador de asistencia en comparación con el grupo de edad de 3 a 5 años.

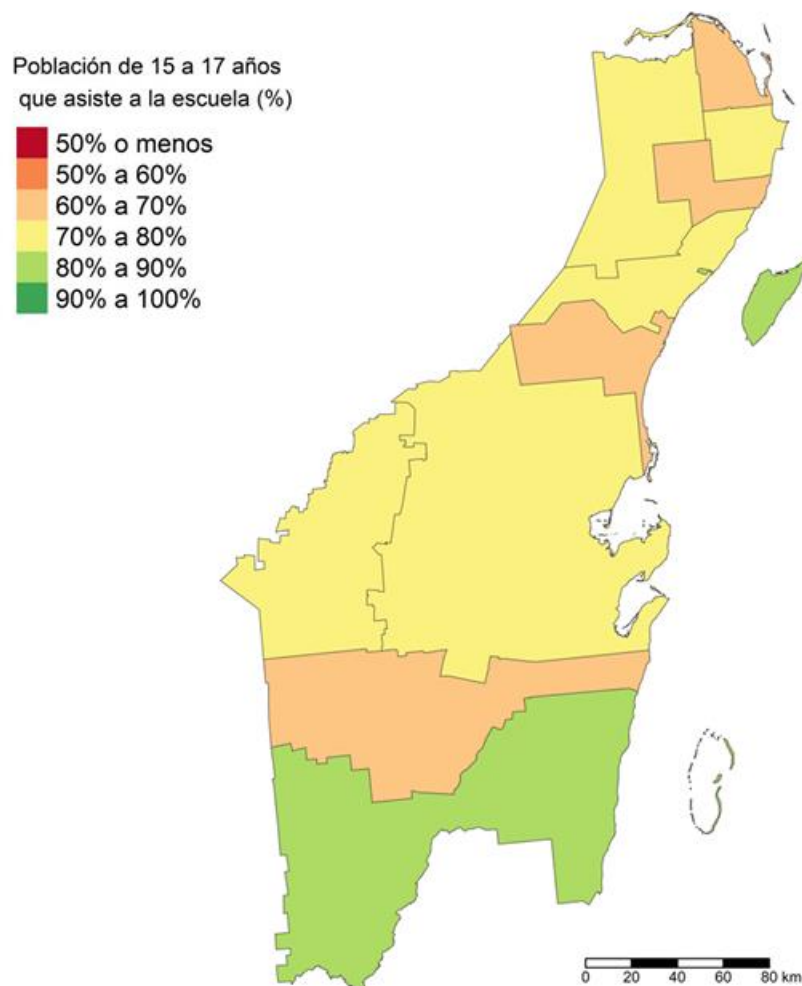
Figura 7. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 12 a 14 años a nivel municipal, 2020.



Fuente: Secretaría de Educación Pública, con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

En el rango de edad de 12 a 14 años, se observa una disminución en el porcentaje de asistencia escolar en comparación con el grupo de 6 a 11 años. La mayoría de los municipios registran porcentajes de asistencia escolar entre 90% y 95%, mientras que Isla Mujeres, Puerto Morelos y Solidaridad presentan porcentajes que oscilan entre 85% y 90%. Por su parte, Tulum tiene el porcentaje de asistencia más bajo en este grupo de edad, al situarse entre 80% y 85%.

Figura 8. Porcentaje de asistencia a la escuela de la población de 15 a 17 años a nivel municipal, 2020.



Fuente: Secretaría de Educación Pública, con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía

En el rango de edad de 15 a 17 años, se observa una disminución significativa en los índices de asistencia escolar en los municipios del estado. Isla Mujeres, Puerto Morelos, Tulum y Bacalar presentan los porcentajes más bajos de asistencia, que oscilan entre el 60% y el 70%. Cozumel y Othón P. Blanco registran los índices más altos, entre el 80% y el 90%. Los municipios restantes se encuentran en un rango intermedio, con índices de asistencia entre el 70% y el 80%.

1.1.3 Indicadores educativos

Los indicadores educativos son herramientas fundamentales para evaluar, monitorear y mejorar los sistemas de enseñanza en un país o región. Su importancia radica en que permiten traducir datos cuantitativos y cualitativos en información útil para tomar decisiones informadas en políticas públicas y estrategias educativas. A continuación, se describen algunos de ellos.

- **Eficiencia terminal:** Mide el porcentaje de estudiantes que completan un nivel educativo específico en el tiempo establecido, sin repetir años ni abandonar sus estudios. Este indicador permite evaluar la capacidad del sistema educativo de garantizar que los estudiantes transiten satisfactoriamente desde su ingreso hasta la finalización del nivel correspondiente.
- **Reprobación:** Mide el porcentaje de estudiantes que no aprueban una asignatura, grado, o nivel educativo en un periodo determinado. Este indicador es clave para identificar dificultades en el aprendizaje y evaluar la calidad de la enseñanza, al evidenciar cuántos estudiantes enfrentan problemas para cumplir con los requisitos académicos mínimos establecidos.
- **Cobertura:** Indica el número total de alumnos matriculados en un nivel educativo al inicio del ciclo escolar, por cada 100 personas del grupo de población con la edad reglamentaria para cursar ese nivel.
- **Abandono escolar:** Mide el porcentaje de estudiantes que dejan de asistir a la escuela antes de completar un nivel educativo o durante el transcurso de un año escolar. Este indicador permite conocer el nivel de deserción en el sistema educativo e identificar factores que impiden la continuidad de los estudios, como problemas económicos, sociales o académicos.

- **Tasa de terminación:** Este indicador evalúa cuántos estudiantes logran culminar sus estudios en cada nivel educativo en relación con la población total en edad de completarlos, y proporciona una visión más amplia sobre el rendimiento y la retención del sistema educativo.
- **Tasa neta de escolarización:** Determina cuántos niños y jóvenes están efectivamente inscritos en el nivel educativo adecuado según su edad. Este indicador sirve para evaluar la cobertura y el acceso a la educación de la población en edad de cursar un determinado nivel, como primaria, secundaria o educación media superior.
- **Absorción:** Mide la capacidad de un sistema educativo para recibir y atender a estudiantes en sus distintos niveles. Se calcula al considerar la cantidad de estudiantes que logran hacer la transición de un nivel educativo al siguiente dentro del mismo sistema.

– **Indicadores educativos de educación primaria**

Tabla 11. Estadística Educativa del ciclo escolar 2023-2024 | Quintana Roo

Educación Primaria			
Nivel Educativo / Indicador	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Abandono escolar	-0.1%	1.9%	ND
Reprobación	1.1%	2.1%	ND
Eficiencia terminal	98.9%	100.0%	ND
Tasa de terminación	92.7%	94.2%	ND
Cobertura	98.5%	98.6%	95.7%
Tasa neta de escolarización	91.3%	92.3%	89.0%

Fuente: Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública 2021-2024

Los indicadores educativos de nivel primaria reflejan una tendencia preocupante en los últimos ciclos escolares. Entre los ciclos 2021-2022 y 2022-2023, se registró un aumento en la tasa de abandono escolar y reprobación, lo que evidencia desafíos en la retención y el éxito académico de los estudiantes. Aunque la eficiencia terminal alcanzó el 100% en el ciclo 2022-2023, la falta de datos actualizados para el ciclo 2023-2024 dificulta evaluar si este logro se ha mantenido. Por otro lado, tanto la cobertura como la tasa neta de escolarización presentan una disminución en el ciclo escolar 2023-2024. Esto indica que un menor número de niños en edad de cursar la primaria está accediendo a la educación, lo que podría representar un retroceso en los avances hacia el acceso universal a la educación en el estado.

– **Indicadores educativos de educación secundaria**

Tabla 12. Estadística Educativa del ciclo escolar 2023-2024 | Quintana Roo

Educación Secundaria			
Nivel Educativo / Indicador	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Absorción	102.1%	105.9%	101.0%
Abandono escolar	3.7%	6.3%	ND
Reprobación	0.0%	7.0%	ND
Eficiencia terminal	93.3%	87.0%	ND
Tasa de terminación	88.0%	83.0%	ND
Cobertura	96.4%	95.3%	92.7%
Tasa neta de escolarización	82.9%	83.7%	79.5%

Fuente: Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública

En educación secundaria, se observa una disminución leve en la tasa de absorción durante el ciclo 2023-2024 en comparación con los ciclos anteriores, lo que podría reflejar una menor capacidad del sistema educativo para retener a los estudiantes que ingresan a este nivel. La tasa de abandono escolar y de reprobación experimentó un aumento considerable entre los ciclos 2021-2022 y 2022-2023. Sin embargo, la falta de datos para el ciclo 2023-2024 dificulta evaluar si esta tendencia se ha mantenido. La eficiencia terminal y la tasa de terminación también han mostrado una reducción progresiva, lo que indica que un menor porcentaje de estudiantes está completando la secundaria en el tiempo esperado. Además, la

cobertura y la tasa neta de escolarización presentan una disminución en el ciclo 2023-2024, lo que sugiere que menos adolescentes en edad de cursar la secundaria están accediendo a este nivel educativo.

– **Indicadores educativos de educación media superior**

Tabla 13. Estadística Educativa del ciclo escolar 2023-2024 | Quintana Roo

Educación Media Superior			
Nivel Educativo / Indicador	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Absorción	90.5%	105.0%	103.8%
Abandono escolar	9.4%	10.8%	ND
Reprobación	9.1%	8.2%	ND
Eficiencia terminal	67.6%	76.1%	ND
Tasa de terminación	53.9%	57.5%	ND
Cobertura total ²	70.5%	75.1%	76.1%
Tasa neta de escolarización	57.6%	62.2%	63.3%

Fuente: Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública

En el nivel de educación media superior, la tasa de absorción alcanzó un pico de 105.0% en el ciclo 2022-2023, pero disminuyó ligeramente a 103.8% en 2023-2024. Esto indica que la mayoría de los estudiantes en edad de ingresar a este nivel lo están haciendo, aunque hay una reducción reciente en la captación. Por otra parte, el abandono escolar mostró un incremento, al pasar de 9.4% en 2021-2022 a 10.8% en 2022-2023. Sin embargo, no se cuenta con datos actualizados para el ciclo 2023-2024, lo que impide evaluar si esta tendencia se ha mantenido. Por el contrario, la tasa de reprobación disminuyó de 9.1% en 2021-2022 a 8.2% en 2022-2023, lo que es un resultado positivo. Sin embargo, la ausencia de datos para 2023-2024 genera incertidumbre sobre la continuidad de esta mejora. La eficiencia terminal y la tasa de terminación mostraron ligeras mejoras en 2022-2023, aunque la ausencia de cifras actuales dificulta confirmar si esta tendencia continúa.

En términos de acceso, la cobertura total y la tasa neta de escolarización han mostrado un incremento gradual hasta el ciclo 2023-2024, lo que refleja que más

² Incluye las modalidades escolarizada y no escolarizada

jóvenes en edad de cursar este nivel están accediendo a él. No obstante, las tasas persistentes de abandono y reprobación indican que aún existen barreras significativas en este nivel educativo

1.1.4 Resultados de la Evaluación Diagnóstica Formativa

La Evaluación Diagnóstica y Formativa para la Mejora del Aprendizaje de los Estudiantes de Educación Básica en México es una herramienta clave para conocer y mejorar el desempeño académico de los estudiantes en niveles como primaria y secundaria. Este tipo de evaluación tiene dos propósitos fundamentales:

1. **Evaluación Diagnóstica:** Se realiza al inicio del ciclo escolar o de una unidad didáctica, con el fin de identificar el nivel de conocimiento y habilidades de los estudiantes. Esto permite a los docentes conocer el punto de partida de cada alumno, detectar áreas de oportunidad y adaptar el proceso de enseñanza a las necesidades de la clase.
2. **Evaluación Formativa:** Es un proceso continuo que se realiza durante el desarrollo del aprendizaje. Su objetivo es monitorear el progreso de los estudiantes, brindar retroalimentación oportuna y ajustar las estrategias pedagógicas para mejorar la comprensión y adquisición de conocimientos. La evaluación formativa promueve un aprendizaje activo, donde los estudiantes son conscientes de sus logros y áreas a mejorar.

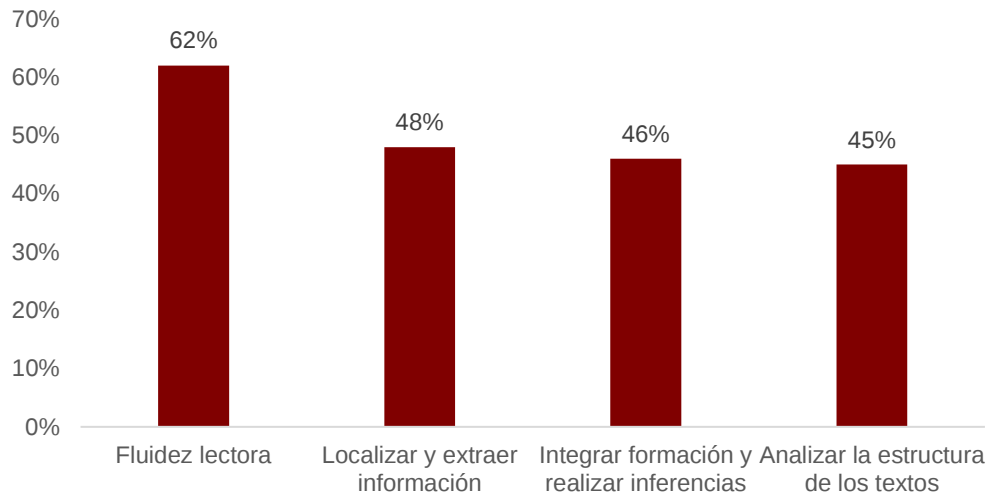
La evaluación más reciente se llevó a cabo del 5 al 30 de septiembre de 2022, dirigida a los estudiantes que cursan 2º, 3º, 4º, 5º y 6º grado de educación primaria. Esta evaluación se centró en las áreas de lectura, matemáticas, formación cívica y ética, de acuerdo con los planes y programas de estudio vigentes.

La Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJOREDU) seleccionó una muestra representativa de 194 escuelas en el estado de Quintana Roo, compuesta por 134 públicas y 60 privadas, con la participación de 75,090 estudiantes de nivel primaria y secundaria.

En las gráficas siguientes se presentan los resultados de la Evaluación Diagnóstica y Formativa en distintos niveles educativos, desglosados por área de conocimiento.

Resultados de la Evaluación Diagnóstica Formativa en Educación Primaria

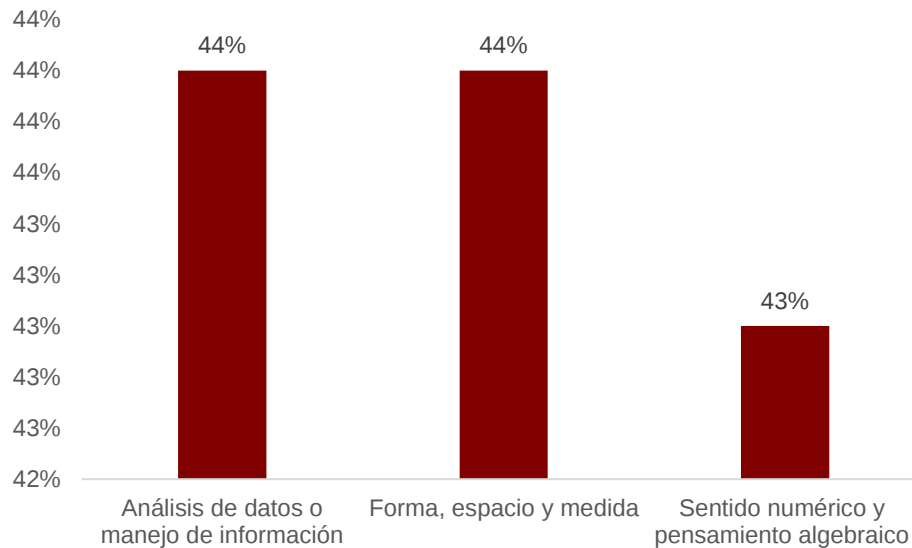
Gráfica 6. Porcentaje de aciertos de nivel Primaria en el área de Lectura



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

En el nivel de primaria, los resultados revelaron que, en el área de lectura, los estudiantes necesitan fortalecer su habilidad para analizar la estructura y el discurso de diversos tipos de texto.

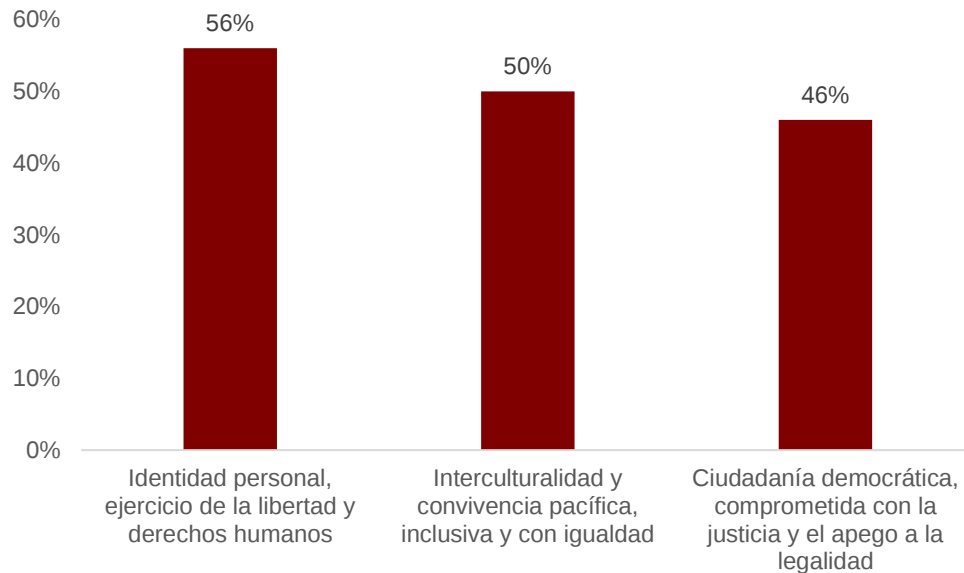
Gráfica 7. Porcentaje de aciertos de nivel Primaria en el área de Matemáticas



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

Por otro lado, en el área de matemáticas los estudiantes de cada nivel necesitan reforzar su comprensión en aritmética y sentido numérico. Esto incluye trabajar en el concepto de número y sus operaciones, que incluye números naturales, enteros, decimales, fraccionarios y con signo. También es importante que fortalezcan sus habilidades para resolver problemas de suma, resta, multiplicación, división, potencias y raíces, así como en estimación, cálculo mental y reconocimiento de patrones y secuencias de números o figuras.

Gráfica 8. Porcentaje de aciertos de nivel Primaria en el área de Formación Cívica y Ética

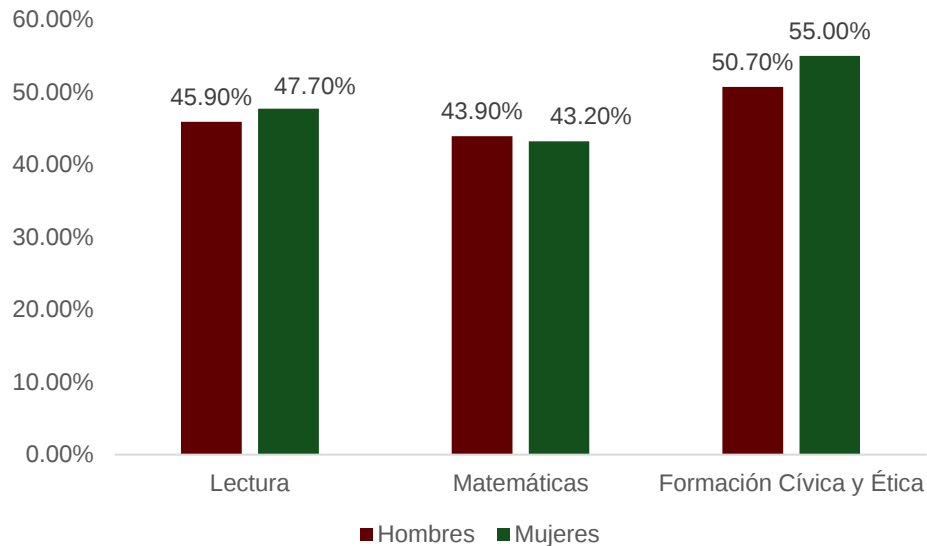


Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

En el área de formación cívica y ética, el 54% de los estudiantes necesitan fortalecer su formación como sujetos políticos, éticos y de derechos. Esto implica promover que desarrollen su capacidad para participar de manera organizada, crítica y corresponsable en acciones colectivas, iniciativas y proyectos alineados con su contexto social.

Finalmente, se realizó una comparación de los resultados obtenidos entre hombres y mujeres en las tres asignaturas.

Gráfica 9. Porcentaje de aciertos por área evaluada, comparativo por sexo en el nivel primaria

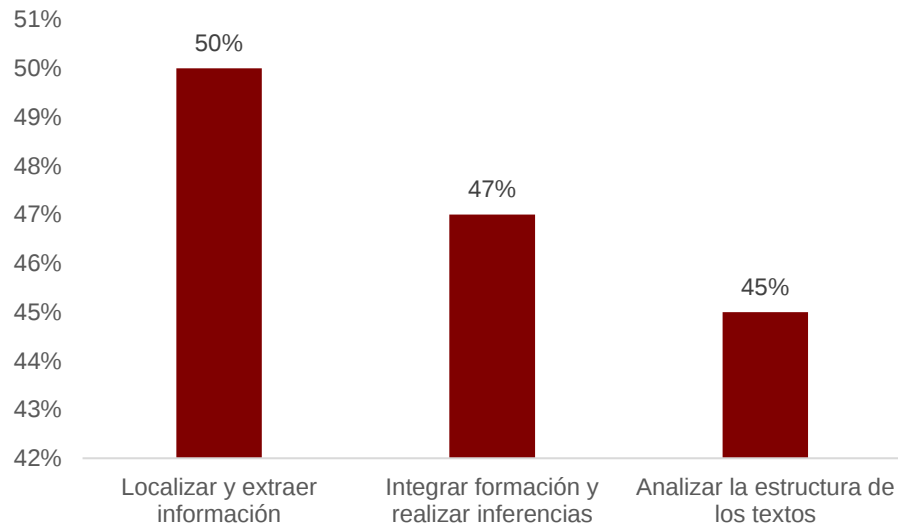


Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023

En el área de lectura, las mujeres obtuvieron un porcentaje de aciertos superior al de los hombres por 1.80%. De manera similar, en formación cívica y ética, las mujeres lograron un mejor desempeño, con una diferencia más amplia de 4.30%. Matemáticas fue la única área en la que los hombres superaron a las mujeres, aunque con una diferencia menor, de 0.70%.

— Resultados de la Evaluación Diagnóstica Formativa en Educación Secundaria

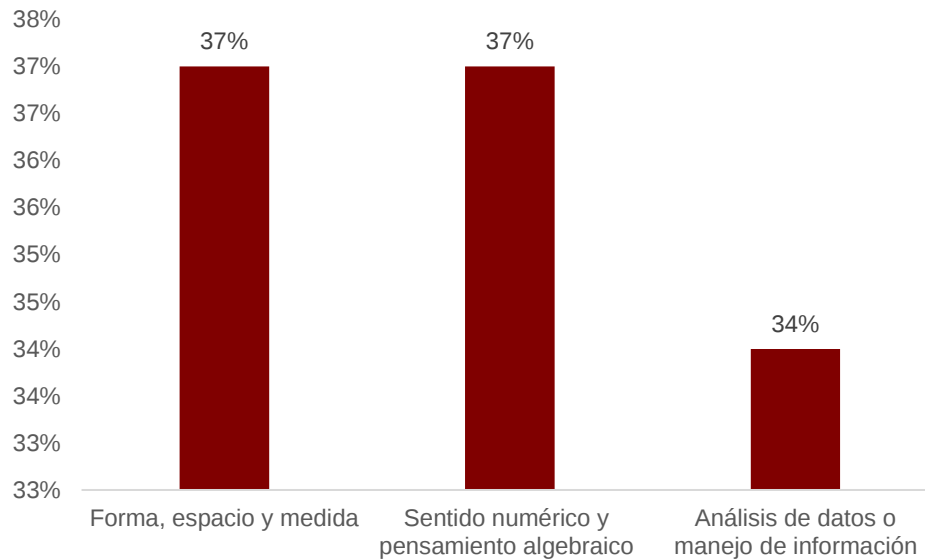
Gráfica 10. Porcentaje de aciertos del nivel Secundaria en el área de Lectura



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

En el nivel de secundaria, los resultados indican que 55 de cada 100 estudiantes requieren mejorar su capacidad para identificar y organizar las ideas principales y secundarias en diversos tipos de texto, junto con otros aspectos relacionados con la comprensión lectora.

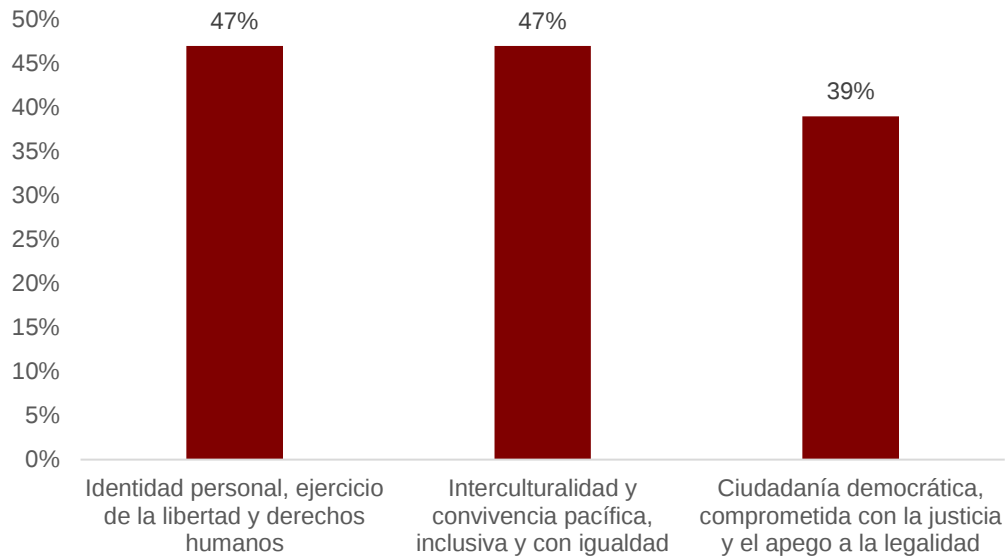
Gráfica 11. Porcentaje de aciertos del nivel Secundaria en el área de Matemáticas



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

En matemáticas, 66 de cada 100 estudiantes necesitan fortalecer sus habilidades en estadística, como registro, organización lectura e interpretación de datos representados en diferentes formatos como tablas, gráficas de barras, gráficas circulares, histogramas y polígonos de frecuencias. Además, requieren mejorar en el análisis y caracterización de datos mediante el uso de medidas de tendencia central y dispersión.

Gráfica 12. Porcentaje de aciertos del nivel Secundaria en el área de Formación Cívica y Ética

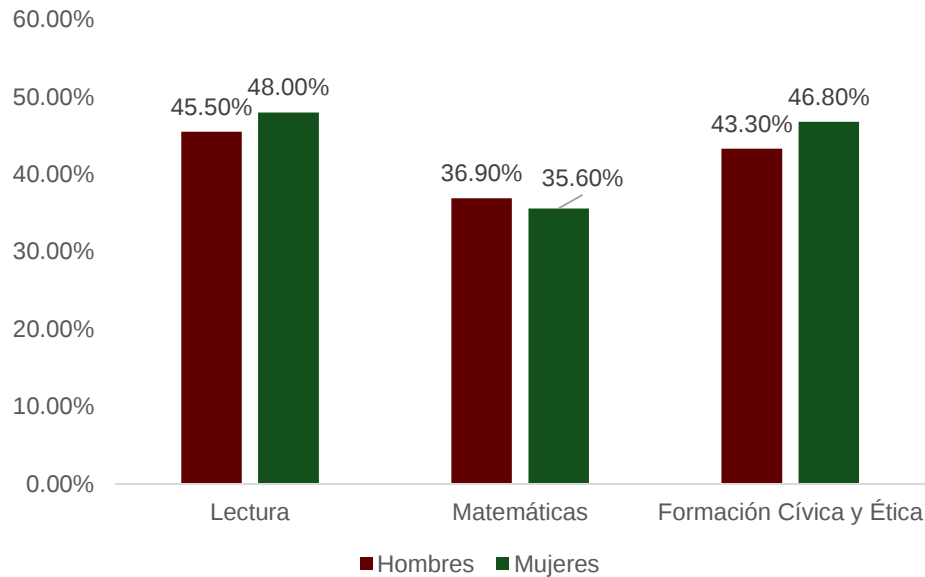


Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

En el área de formación cívica y ética, 61 de cada 100 estudiantes necesitan fortalecer su formación como sujetos políticos, éticos y de derechos. Esto implica desarrollar su capacidad para participar de manera organizada, crítica y corresponsable en acciones colectivas, iniciativas y proyectos apropiados al contexto.

De manera similar a lo realizado en primaria, se llevó a cabo una comparación de los resultados obtenidos entre hombres y mujeres en las tres asignaturas evaluadas: lectura, matemáticas y formación cívica y ética. Los principales hallazgos se muestran a continuación:

Gráfica 13. Porcentaje de aciertos por área evaluada, comparativo por sexo en el nivel secundaria



Fuente: Elaboración propia con base en el Programa Sectorial de Educación 2023-2027 del Estado de Quintana Roo, a partir de los resultados de la Evaluación Diagnóstica del ciclo escolar 2022-2023.

En el nivel de secundaria, al igual que en primaria, las mujeres obtuvieron un mayor porcentaje de aciertos en las asignaturas de lectura y formación cívica y ética, con diferencias de 2.5 y 3.3 puntos porcentuales, respectivamente. Por otro lado, en matemáticas, los hombres superaron a las mujeres, registrando una ventaja de 1.3 puntos porcentuales.

1.1.5 Impacto de la infraestructura educativa en el desempeño académico

La construcción de domos escolares en los planteles educativos de Quintana Roo desempeña un papel fundamental en la mejora de la calidad educativa, dado el contexto específico del estado. Quintana Roo se caracteriza por un clima extremo, con altas temperaturas y lluvias intensas en ciertas temporadas, lo que limita el uso de espacios al aire libre y afecta la comodidad y seguridad de las actividades escolares. En este contexto, los domos escolares no sólo funcionan como estructuras de protección, sino también como un elemento clave para facilitar una educación integral y promover el bienestar estudiantil.

El impacto directo se refleja en el rendimiento académico y el bienestar de los estudiantes. La protección contra el sol y la lluvia permite que los alumnos participen en actividades físicas, recreativas y culturales sin exponerse a condiciones climáticas adversas que podrían afectar su salud o concentración. Al contar con un espacio cubierto, los estudiantes pueden interactuar y participar en actividades grupales sin el riesgo de golpes de calor, quemaduras solares o malestares derivados de la exposición prolongada al clima de la región. Esto contribuye a fomentar un ambiente escolar saludable, donde los estudiantes se sienten motivados, cómodos y en mejores condiciones para aprender.

Además, los domos optimizan el uso del espacio y el tiempo escolar al permitir que las áreas de esparcimiento y educación al aire libre se usen de manera constante independientemente de las condiciones climáticas. Las actividades deportivas y recreativas, esenciales para el desarrollo integral de los estudiantes, pueden realizarse de manera regular, sin interrupciones por lluvias o calor intenso. Esto maximiza el aprovechamiento de las instalaciones escolares y asegura que el tiempo dedicado a actividades extracurriculares o de recreación se realice de acuerdo con el plan de estudios.

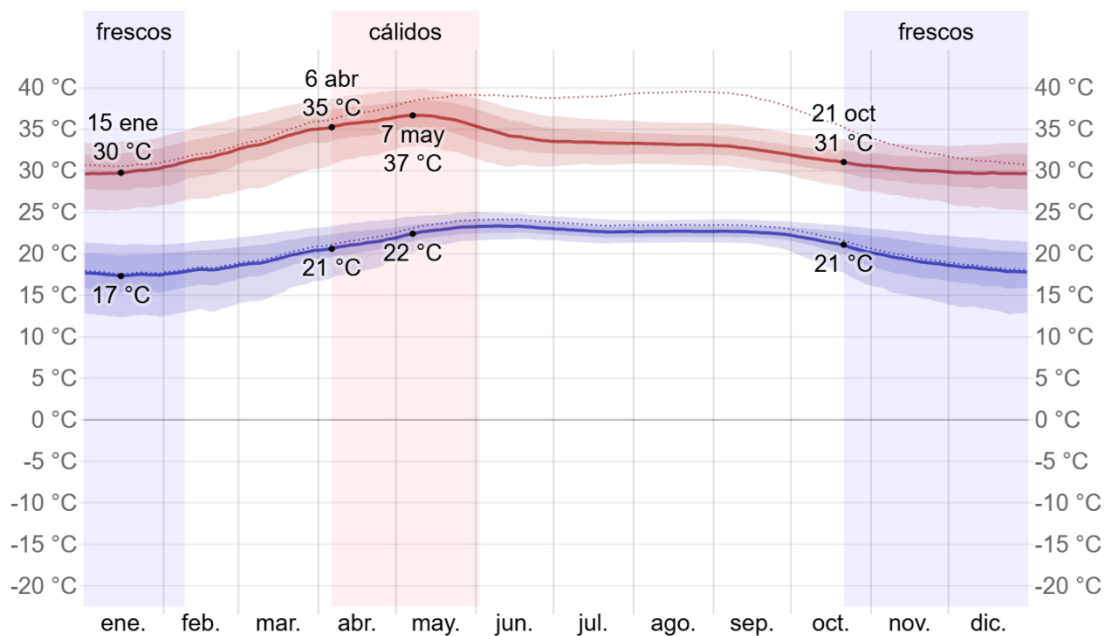
Otro aspecto importante es que los domos ayudan a reducir la incidencia de enfermedades y el ausentismo escolar. Al contar con un espacio seguro y cubierto, los estudiantes están menos expuestos a riesgos como golpes de calor,

deshidratación o problemas respiratorios, comunes en climas cálidos y húmedos. Esto contribuye a mejorar la asistencia regular y, en consecuencia, la continuidad de los estudiantes en el aprendizaje.

– Condiciones climatológicas de Quintana Roo

Dada la ubicación geográfica de Quintana Roo, el clima cálido subhúmedo predomina en la región. Durante gran parte del año, las temperaturas oscilan entre 17°C y 37°C, con sensaciones térmicas que pueden superar los 40°C en los meses más cálidos (abril y mayo), según datos de Weatherspark, el cual ofrece informes climatológicos. Además, Quintana Roo registra una exposición solar promedio de 9 horas diarias lo que intensifica los riesgos de deshidratación y agotamiento por calor en los estudiantes que realizan actividades al aire libre.

Figura 9. Temperatura máxima y mínima promedio en Quintana Roo.



Fuente: Weatherspark

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Figura 10. Promedio de la temperatura máxima y mínima histórica en Quintana Roo.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Máxima	30 °C	31 °C	34 °C	36 °C	36 °C	34 °C	33 °C	33 °C	33 °C	31 °C	30 °C	30 °C
Temp.	23 °C	24 °C	26 °C	28 °C	29 °C	28 °C	27 °C	27 °C	27 °C	26 °C	24 °C	23 °C
Mínima	18 °C	18 °C	19 °C	21 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	21 °C	19 °C	18 °C

Fuente: Weatherspark

El impacto del calor en el rendimiento académico es significativo. Según estudios de la Universidad de Harvard³, cada grado Celsius por encima de los 25°C reduce el desempeño cognitivo en un 1%, especialmente en actividades que requieren concentración prolongada. Esto afecta no sólo las actividades en el aula, sino también las realizadas al aire libre, donde la exposición directa al sol y al calor intenso puede ser más perjudicial. En Quintana Roo, esta situación se agrava por la humedad relativa que supera el 80%, lo que incrementa la sensación de bochorno y malestar físico, especialmente en actividades como ceremonias, eventos culturales o educación física, ya que se puede experimentar fatiga, deshidratación y menor capacidad de concentración.

Los domos escolares mitigan estas condiciones al proporcionar espacios protegidos de los rayos solares y la lluvia, factores comunes durante la temporada de huracanes, que se extiende de junio a noviembre. Estas estructuras contribuyen a mantener temperaturas más frescas bajo su cubierta y con ello mejoran el bienestar de los alumnos, docentes y personal de los planteles escolares.

Además, el acceso a instalaciones adecuadas influye en la asistencia escolar. Según datos de la SEP, la deserción escolar en niveles básicos tiende a aumentar en zonas donde las condiciones climáticas extremas dificultan el aprendizaje. La construcción de domos no sólo mejora la calidad educativa, sino que también

³ *Extreme heat linked with reduced cognitive performance among young adults in non-air-conditioned buildings*, Harvard T.H. Chan School of Public Health, Disponible en: <https://www.hsph.harvard.edu/news/press-releases/extreme-heat-linked-with-reduced-cognitive-performance-among-young-adults-in-non-air-conditioned-buildings/>

promueve la equidad al garantizar que todos los estudiantes cuenten con un entorno propicio para el desarrollo académico y actividades físicas esenciales para su bienestar integral.

– **Obesidad en México**

Desde 2016, México enfrenta una crisis epidemiológica debido al aumento significativo de casos de sobrepeso, obesidad y diabetes en adultos, niños y jóvenes, lo que se ha convertido en el principal desafío de salud pública del país. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2016, siete de cada diez adultos presentaban exceso de peso.

El sedentarismo y una alimentación poco saludable, marcada por el consumo elevado de productos procesados ricos en azúcares, grasas y sodio, son factores clave que contribuyen a esta problemática. Estas condiciones no solo deterioran la calidad de vida, sino que también aumentan el riesgo de padecimientos graves, especialmente enfermedades cardíacas. Según datos de la Secretaría de Salud, se recomienda al menos 60 minutos de actividad física diaria para niños y adolescentes como medida preventiva para el sobrepeso y la obesidad. Además, un estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que los entornos escolares adecuados son fundamentales para la prevención de enfermedades no transmisibles, como la obesidad.

La ENSANUT 2023 señala que el 6.7% de los menores de cinco años presentan sobrepeso u obesidad. En niños de 5 a 11 años, la prevalencia de sobrepeso es del 18.5%, con un 23.4% en niñas y un 14.2% en niños, mientras que la obesidad afecta al 15.7%, siendo más alta en niños (20.2%) que en niñas (10.4%). En adolescentes de 12 a 19 años, el 21.4% tiene sobrepeso, afectando al 23.2% de las mujeres y al 19.5% de los hombres. La obesidad en este grupo alcanza el 16.7%, con mayor incidencia en hombres (18.2%) que en mujeres (15.2%).

En cuanto a la actividad física, el 67.4% de los niños en edad escolar y el 50.1% de los adolescentes no cumplen con las recomendaciones mínimas. A pesar de que los datos podrían estar sesgados debido al autorreporte, los cuestionarios utilizados

son reconocidos internacionalmente para monitorear la actividad física. Cabe destacar que cumplir con las recomendaciones de ejercicio no garantiza una reducción en el tiempo dedicado a actividades sedentarias.

Dado que la inactividad física y el sedentarismo se asocian con enfermedades crónicas como obesidad, diabetes e hipertensión, y un mayor riesgo de mortalidad, es crucial fomentar la práctica regular de actividad física moderada y vigorosa. Además, sustituir el sedentarismo con cualquier tipo de movimiento, incluso actividades ligeras como caminar, puede mejorar significativamente la salud física y mental.

– **Obesidad en Quintana Roo**

En los últimos años ha habido un incremento notorio de la obesidad en Quintana Roo, en donde la pandemia COVID-19 fue un factor crítico. Durante la pandemia, los niños pasaron hasta 17 horas al día sentados o acostados lo que provocó que en el 2021 aumentara hasta 64% el sobrepeso y la obesidad infantil, ya que en 2019 se registraron 84,012 niños con acumulación normal o excesiva de grasa y en el 2021 se reportaron 137,643.

Previo a la pandemia los niños realizaban seis horas diarias de algún tipo de actividad física, mientras que durante la pandemia esta se redujo a solo media hora. En el 2022 el estado de Quintana Roo tuvo el índice de obesidad más alto del país, que es de 629 por cada 100,000 personas, mientras que el parámetro nacional es de 296, es decir, 112% mayor.

De acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE) durante el 2024 han surgido nuevos casos de obesidad en Quintana Roo, ya que de enero a abril del 2024 se han registrado 5,089 nuevos casos, donde las mujeres son mayoría al acaparar 2,843 de las incidencias.

Sin embargo, desde el 2023 la Secretaría de Salud estimó que uno de cada cuatro niños en el estado padece de obesidad lo que ubica a Quintana Roo entre los seis estados del país con mayor obesidad infantil.

Dadas las condiciones climatológicas explicadas en la sección anterior, la ausencia de domos limita que las actividades deportivas se puedan realizar en cualquier época del año y en cualquier horario lo que dificulta que los estudiantes puedan mantener un déficit calórico, lo cual es necesario para mantener o disminuir su peso.

Esta enfermedad tiene severas consecuencias que van más allá del peso, con un aumento del 18% en casos de diabetes, 22% en hipertensión y 12% en enfermedades hepáticas entre los niños lo que exige estrategias integrales para mejorar la educación física en las escuelas y regular el acceso a alimentos poco saludables.

Dadas las condiciones climáticas del estado, caracterizadas por altas temperaturas y lluvias frecuentes, la falta de espacios protegidos restringe significativamente las oportunidades para que los estudiantes realicen ejercicio físico en horarios y épocas clave del año. Esto genera un estilo de vida sedentario, dificultando que los niños mantengan un balance calórico adecuado, agravando la prevalencia de obesidad en el estado.

2.2 Análisis de la oferta en la situación actual

El estado de Quintana Roo cuenta con una diversidad de planteles educativos distribuidos en sus once municipios, que incluye tanto instituciones públicas como privadas. Según datos de la Secretaría de Educación de Quintana Roo, para el ciclo escolar 2023-2024, se registran los siguientes números de planteles por nivel educativo:

Tabla 14. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Inicial

Municipio	# de planteles	# de planteles públicos
Bacalar	28	28
Benito Juárez	23	5
Cozumel	3	2
Felipe Carrillo Puerto	71	71
Isla Mujeres	1	1
José María Morelos	20	20
Lázaro Cárdenas	32	32
Othón P. Blanco	70	68
Puerto Morelos	2	2
Solidaridad	3	1
Tulum	5	5
Total	258	235

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 15. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Especial

Municipio	# de planteles	# de planteles públicos
Bacalar	4	4
Benito Juárez	23	23
Cozumel	6	6
Felipe Carrillo Puerto	5	5
Isla Mujeres	1	1
José María Morelos	3	3
Lázaro Cárdenas	2	2
Othón P. Blanco	22	22
Solidaridad	7	7
Tulum	1	1
Total	74	74

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 16. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Básica

Municipio	# de planteles	# de planteles públicos
Bacalar	167	164
Benito Juárez	684	427
Cozumel	80	53
Felipe Carrillo Puerto	261	258
Isla Mujeres	32	24
José María Morelos	156	156
Lázaro Cárdenas	105	105
Othón P. Blanco	409	349
Puerto Morelos	27	24
Solidaridad	274	190
Tulum	80	69
Total	2,255	1,819

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 17. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Media

Municipio	# de planteles	# de planteles públicos
Bacalar	22	22
Benito Juárez	81	37
Cozumel	13	8
Felipe Carrillo Puerto	38	38
Isla Mujeres	5	4
José María Morelos	16	16
Lázaro Cárdenas	15	15
Othón P. Blanco	60	49
Puerto Morelos	4	3
Solidaridad	40	18
Tulum	12	10
Total	306	220

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 18. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Superior

Municipio	# de planteles	# de planteles públicos
Bacalar	2	2
Benito Juárez	86	13
Cozumel	7	3
Felipe Carrillo Puerto	7	5
Isla Mujeres	1	0
José María Morelos	1	1
Othón P. Blanco	49	19
Puerto Morelos	1	0
Solidaridad	23	5
Tulum	1	1
Total	178	49

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

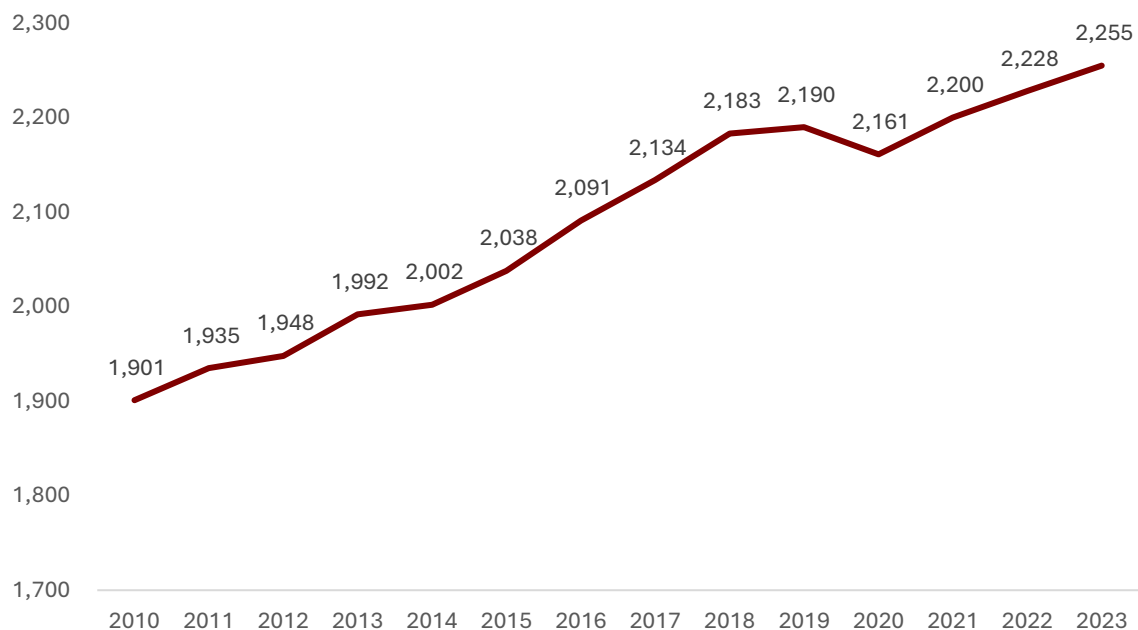
Al analizar los datos del ciclo escolar 2023-2024 se observa que el 78% de los planteles educativos corresponden a la educación pública, lo que demuestra el papel fundamental del Estado en la educación de los niños y jóvenes.

Otro aspecto relevante es que entre 2010 y 2023, la población creció a una TMAC de 3.43 % según el INEGI, mientras que los planteles educativos sólo crecieron a

una TMAC de 1.29 % en el mismo periodo. Esto sugiere que el crecimiento de la infraestructura educativa no ha acompañado al aumento poblacional al mismo ritmo, lo que indica que:

- La infraestructura educativa no ha sido desarrollada al ritmo suficiente para atender la demanda de una población en crecimiento.
- Existe el riesgo de que en el mediano y largo plazo no se logre cubrir las necesidades educativas básicas de la población joven.
- Es necesaria la necesidad de diseñar políticas públicas que prioricen la expansión de la infraestructura educativa, adaptándola al crecimiento poblacional proyectado.

Gráfica 14. Evolución de la oferta de planteles educativos en Quintana Roo. (2010-2023)



Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

— **Índice de infraestructura educativa en México**

Para evaluar la infraestructura educativa, la SEP utiliza el Indicador de Infraestructura Escolar, el cual mide el número de escuelas que cuentan con servicios básicos de infraestructura, como agua potable, sanitarios, lavabos, instalaciones adaptadas para personas con discapacidad, computadoras e internet, por cada 100 escuelas del mismo nivel educativo. Estos datos se recopilan mediante el formato 911.

En términos de infraestructura, el estado de Quintana Roo tiene un amplio margen de mejora. Según información publicada por el Sistema de Estadística Continua para el ciclo escolar 2021-2022, únicamente el municipio de Isla Mujeres obtuvo un puntaje superior a 0.6 en este indicador:

Tabla 19. Índice de infraestructura de las escuelas primaria y secundaria | Quintana Roo

Municipio	# de planteles
Bacalar	0.6
Benito Juárez	0.6
Cozumel	0.6
Felipe Carrillo Puerto	0.6
Isla Mujeres	0.7
José María Morelos	0.5
Lázaro Cárdenas	0.5
Othón P. Blanco	0.6
Puerto Morelos	0.6
Solidaridad	0.6
Tulum	0.6

Fuente: Sistema de Estadísticas Continuas – Secretaría de Educación Pública – Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa.

Es fundamental conocer el número de escuelas que actualmente cuentan con este tipo de infraestructura para identificar aquellas que carecen de ella y así optimizar los recursos disponibles. En el estado, se dispone de los siguientes planteles que cuentan con un domo escolar dentro de sus instalaciones:

Tabla 20. Número de planteles educativos con domos escolares.

Municipio	# de planteles
Bacalar	75
Benito Juárez	196
Cozumel	20
Felipe Carrillo Puerto	154
Isla Mujeres	10
José María Morelos	86
Lázaro Cárdenas	40
Othón P. Blanco	162
Puerto Morelos	10
Solidaridad	67
Tulum	24
Total	844

Fuente: Instituto de Infraestructura Física del Estado de Quintana Roo (IFEQROO)

Con base en la tabla anterior, se concluye que, actualmente, el estado de Quintana Roo cuenta con domos escolares en el 35% de sus planteles educativos. Estas estructuras, fabricadas con diversos materiales, contribuyen a mejorar la calidad educativa al proporcionar un entorno más adecuado para los estudiantes.

A continuación, se presentan fotografías de algunos planteles que cuentan con cubiertas exteriores en las áreas adyacentes a las aulas escolares.

Figura 11. Normal Javier Rojo Gómez | Bacalar



Fuente: IFEQROO

Figura 12. Secundaria Técnica No. 27 “Rosario María Gutiérrez” | Othón P. Blanco



Fuente: IFEQROO

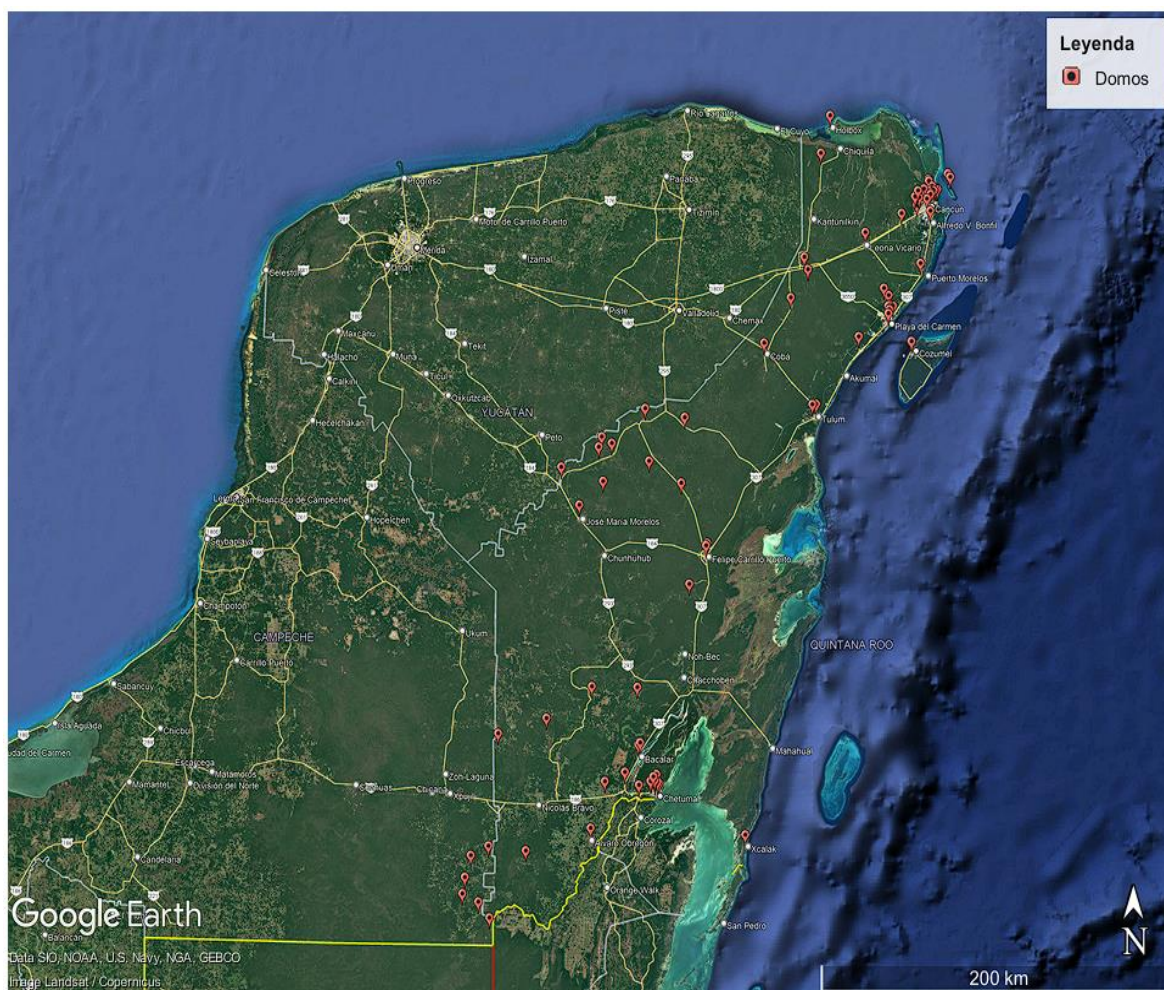
Figura 13. Secundaria Los Corrales | Benito Juárez



Fuente: IFEQROO

Respecto a los planteles educativos donde se planea implementar el Proyecto de infraestructura social, las instalaciones están distribuidas entre los municipios de la siguiente manera:

Figura 14. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.



Fuente: Google Earth

En la situación actual, es decir, sin la ejecución de algún proyecto, los 91 planteles escolares sujetos a intervención carecen de infraestructura que proporcione los beneficios asociados con la construcción de domos escolares.

Estos 91 planteles están ubicados en los siguientes municipios:

Tabla 21. Distribución de los planteles educativos

Municipio	# de planteles
Bacalar	6
Benito Juárez	21
Cozumel	1
Felipe Carrillo Puerto	8
Isla Mujeres	4
José María Morelos	6
Lázaro Cárdenas	5
Othón P. Blanco	23
Puerto Morelos	2
Solidaridad	12
Tulum	3
Total	91

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 22. Oferta en la Situación Actual del Proyecto

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de domo	Calidad de la infraestructura⁴
2025	91	0	Muy Baja
2026	91	0	Muy Baja
2027	91	0	Muy Baja
2028	91	0	Muy Baja
2029	91	0	Muy Baja
2030	91	0	Muy Baja
2031	91	0	Muy Baja
2032	91	0	Muy Baja
2033	91	0	Muy Baja
2034	91	0	Muy Baja
2035	91	0	Muy Baja
2036	91	0	Muy Baja
2037	91	0	Muy Baja
2038	91	0	Muy Baja
2039	91	0	Muy Baja
2040	91	0	Muy Baja
2041	91	0	Muy Baja
2042	91	0	Muy Baja
2043	91	0	Muy Baja
2044	91	0	Muy Baja
2045	91	0	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia.

⁴ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

2.3 Análisis de la demanda en la situación actual

2.3.1 Evolución histórica y proyección de la matrícula escolar

En primera instancia se identificó a los planteles que serán objeto de intervención para la primera etapa del presente Proyecto de inversión, los cuales constan de 91 domos en el mismo número de planteles. Para hacer un diagnóstico de la situación actual se realizó una revisión histórica mediante el Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGE), la cual es una herramienta del Gobierno del estado de Quintana Roo para tener bases de datos actualizadas y poner plantear políticas educativas en mejora de la población.

Con el objetivo de sintetizar la información se muestra la ocupación histórica de los planteles educativos segmentados por municipio del 2018 al 2023.

Tabla 23. Matrícula de los planteles | 2018-2023

Año	Hombres	Mujeres	Totales	TMAC
2018	8,015	8,097	16,112	-
2019	8,133	8,243	16,376	1.64%
2020	8,288	8,235	16,523	0.90%
2021	8,686	8,475	17,161	3.86%
2022	9,016	8,648	17,664	2.93%
2023	8,748	8,558	17,306	-2.03%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIGE.

La tabla anterior muestra la matrícula de los planteles educativos entre 2018 y 2023, desglosada por año y género, e incluye la TMAC. Se observa un crecimiento sostenido en la matrícula total desde 2018 hasta alcanzar su punto más alto en 2022. Sin embargo, en 2023 se registra una ligera disminución.

De manera más específica, la matrícula de hombres y mujeres se mantiene en un porcentaje equilibrado, lo que sugiere igualdad de acceso a los planteles educativos. En 2023, los hombres representaron 8,748 estudiantes y las mujeres 8,558, con una diferencia mínima entre ambos grupos. A pesar de las fluctuaciones en los valores absolutos, las proporciones entre hombres y mujeres se han mantenido constantes, lo que refleja una estabilidad en términos de equidad de género.

Un aspecto destacado es el comportamiento de la TMAC. Entre 2018 y 2023, se registró un incremento constante, que alcanzó su punto más alto en 2021, con un crecimiento del 3.86%. Sin embargo, en 2023, se evidenció un decrecimiento con una TMAC negativa de -2.03%. Este comportamiento contrasta con la matrícula estatal, que mostró un incremento y recuperó los niveles previos a la pandemia.

Con base en la TMAC de los últimos cinco años (en promedio de 1.46%), se realizó una proyección de la matrícula escolar para los siguientes 20 años con el propósito de estimar el número de estudiantes que podrían beneficiarse con la instalación de nueva infraestructura educativa.

Tabla 24. Proyección de la matrícula escolar | 2024-2045

Año	Hombres	Mujeres	Totales	TMAC
2024	8,876	8,683	17,559	1.46%
2025	9,005	8,810	17,815	1.46%
2026	9,137	8,938	18,075	1.46%
2027	9,270	9,069	18,339	1.46%
2028	9,406	9,201	18,607	1.46%
2029	9,543	9,336	18,879	1.46%
2030	9,682	9,472	19,155	1.46%
2031	9,824	9,610	19,434	1.46%
2032	9,967	9,751	19,718	1.46%
2033	10,113	9,893	20,006	1.46%
2034	10,261	10,038	20,298	1.46%
2035	10,410	10,184	20,595	1.46%
2036	10,562	10,333	20,895	1.46%
2037	10,717	10,484	21,201	1.46%
2038	10,873	10,637	21,510	1.46%
2039	11,032	10,792	21,824	1.46%
2040	11,193	10,950	22,143	1.46%
2041	11,356	11,110	22,466	1.46%
2042	11,522	11,272	22,794	1.46%
2043	11,691	11,437	23,127	1.46%
2044	11,861	11,604	23,465	1.46%
2045	12,035	11,773	23,808	1.46%

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Interacción de la Oferta – Demanda en la situación actual del Proyecto

Como lo muestra la siguiente tabla, actualmente los 91 planteles escolares carecen de infraestructura adecuada para proteger a los estudiantes y al personal de las condiciones climáticas del estado. Esta carencia limita las actividades que los estudiantes pueden realizar fuera de las aulas, especialmente durante las temporadas de calor extremo lluvias intensas.

Tabla 25. Interacción Oferta-Demanda

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de domo	# de estudiantes	Calidad de la infraestructura ⁵
2024	91	0	17,559	Muy Baja
2025	91	0	17,815	Muy Baja
2026	91	0	18,075	Muy Baja
2027	91	0	18,339	Muy Baja
2028	91	0	18,607	Muy Baja
2029	91	0	18,879	Muy Baja
2030	91	0	19,155	Muy Baja
2031	91	0	19,434	Muy Baja
2032	91	0	19,718	Muy Baja
2033	91	0	20,006	Muy Baja
2034	91	0	20,298	Muy Baja
2035	91	0	20,595	Muy Baja
2036	91	0	20,895	Muy Baja
2037	91	0	21,201	Muy Baja
2038	91	0	21,510	Muy Baja
2039	91	0	21,824	Muy Baja
2040	91	0	22,143	Muy Baja
2041	91	0	22,466	Muy Baja
2042	91	0	22,794	Muy Baja
2043	91	0	23,127	Muy Baja
2044	91	0	23,465	Muy Baja
2045	91	0	23,808	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia.

⁵ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

A lo largo del periodo proyectado, se identifica una carencia absoluta de infraestructura, lo que impacta negativamente en la calidad percibida de las instalaciones, clasificada como "muy baja" durante todos los años. Esta situación limita el desarrollo adecuado de actividades escolares en áreas exteriores, un aspecto preocupante dado que la ausencia de techos en las áreas comunes expone a los estudiantes a condiciones climáticas adversas. Esta exposición afecta tanto el rendimiento académico como la experiencia educativa en general.

3. Situación sin el Proyecto de Inversión

3.1 Medidas de optimización

Como parte del ejercicio de evaluación socioeconómica y de conformidad con los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión establecidos por la Unidad de Inversiones de la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), publicados en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre 2013 (SHCP, 2013), en esta sección se describen y analizan diversas alternativas de solución a la problemática social identificada y descrita en los apartados anteriores.

Este ejercicio se enfoca en identificar alternativas que mejoren la provisión de infraestructura escolar, en específico domos en el exterior de las aulas, en el área de influencia del Proyecto. Las acciones propuestas habrán de considerar medidas administrativas, técnicas y operativas, así como inversiones de bajo costo, entre otras que serían realizadas en caso de no llevarse a cabo el Proyecto de inversión.

En apego a los lineamientos mencionados, para el análisis de las medidas de optimización, los costos de implementación de estas habrán de mantenerse por debajo del 10% del monto total de inversión previsto para el Proyecto.

Dado lo anterior, la optimización seleccionada es un domo ligero tipo velaría, que se caracteriza por su diseño moderno y funcional. Este tipo de infraestructura está compuesto por una cubierta tensada fabricada con tela PVC de alta resistencia que permite que la cubierta sea ligera, impermeable y eficiente para ofrecer protección contra el sol y la lluvia. La forma curva de la cubierta se logra mediante tensores y soportes estructurales especializados. La estructura principal está constituida por columnas y arcos metálicos de acero, diseñados con tubos de gran diámetro y recubiertos con pintura anticorrosiva para garantizar su durabilidad frente en condiciones climáticas adversas como las que caracterizan al estado de Quintana Roo. Los arcos curvados no solamente están presentes por razones estéticas, sino que su principal función es brindar estabilidad estructural. Además, la lona está tensada mediante un sistema de fijaciones especializadas en los extremos, mientras

que la cimentación incorpora anclajes de concreto y placas de base soldadas a las columnas para proporcionar una base sólida.

La principal función de este tipo de domos es ofrecer sombra y protección contra los elementos climáticos y mantener, al mismo tiempo, una ventilación e iluminación natural adecuada.

Figura 15. Domo Velaria



Fuente: Estudio técnico de la optimización del Proyecto.

A continuación, se describen los principales componentes y costos asociados al domo tipo velaría. Para los efectos del presente Proyecto de infraestructura social, se realizaron dos estimaciones basadas en el tipo de domo que se planea construir.

Tabla 26. Componentes del domo velaria

Concepto	Precio M2 Ligero	Precio M2 Arcotecho
Suministro Acero	\$367	\$155
Fabricación Estructura	\$670	\$230
Membrana Arquitectónica	\$300	\$127
Ingenierías Planos Topografía	\$68	\$29
Montaje de la Estructura	\$220	\$93
Instalación de la membrana arquitectónica	\$269	\$114
Flete	\$246	\$104
Total	\$2,140	\$852

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio técnico de la optimización del Proyecto.

Tabla 27. Inversión Total | Domos Velaria

Concepto	Domo velaria Ligero	Domo velaria Arcotecho
Precio M2	\$2,140	\$852
M2 domos velaria	150 M2	150 M2
# de domos	49	42
Total	\$15,729,000	\$5,367,600

Fuente: Elaboración propia con base en el estudio técnico de la optimización del Proyecto.

La inversión total asciende a \$21,096,000, lo cual representa el 8.60% de la inversión total, por lo que se cumple con lo estipulado en los Lineamientos establecidos por la SHCP.

No obstante, a pesar del ahorro inicial exclusivamente económico que esta medida podría representar, este tipo de domos presenta desventajas significativas en comparación con los seleccionados en la situación con Proyecto. Entre las principales desventajas de este tipo de domos destaca su menor resistencia estructural. Al estar compuestos por lona tensada y soportes más ligeros, tienen una capacidad limitada para soportar cargas pesadas. Esto es especialmente preocupante en el contexto de la región, ya que durante la temporada de huracanes su resistencia al viento resulta insuficiente.

La vulnerabilidad de estos domos podría ocasionar problemas graves, como desgarres o desestabilización ante fuertes ráfagas. Esto no sólo comprometería la infraestructura, sino que también representa un riesgo significativo para la seguridad de las personas en las cercanías de la velaría, ya que los fragmentos de la estructura podrían salir proyectados por fuertes ráfagas.

Adicionalmente, mientras que los sistemas arcotecho y ligero utilizan materiales como acero y concreto, los cuales tienen una vida útil prolongada, las velarías están fabricadas con tela PVC, cuya durabilidad es significativamente menor⁶. Estas cubiertas requieren mantenimiento constante para evitar el deterioro ocasionado por la exposición al sol, lluvia o contaminación. En contraste, los acabados metálicos en los domos arcotecho y ligeros están diseñados para durar décadas con un mantenimiento básico.

Finalmente, aunque el costo inicial de las velarías es más bajo, su relación costo-beneficio a largo plazo resulta menos favorable debido a los elevados costos de mantenimiento y la necesidad de reemplazo frecuente. En contraste, los sistemas arcotecho y ligeros, al ser más duraderos y resistentes, representan una inversión más rentable a lo largo del tiempo. Estas limitaciones impiden que cumplan con los objetivos necesarios para mitigar la problemática del presente Proyecto.

⁶ En general, la vida útil de este tipo de domos se estima en 10 años.

3.2 Análisis de la oferta en la situación sin Proyecto

En la situación sin Proyecto, la cantidad total de planteles escolares permanece sin cambios, como se detalla en la sección 2.2 (*Análisis de la oferta en la Situación Actual*). No obstante, se proyecta una mejora parcial en la calidad de la infraestructura debido a la instalación de 91 domos de tipo velaría, los cuales optimizan las condiciones de los planteles intervenidos. Estas acciones permitirían a las escuelas beneficiadas disfrutar de algunos de los beneficios asociados con la construcción de domos escolares, mejorando parcialmente el entorno educativo y promoviendo actividades físicas, culturales y recreativas en espacios más seguros y funcionales. Sin embargo, la implementación de estas medidas aisladas no alcanza el impacto integral que se logra con el Proyecto completo, el cual contempla intervenciones más robustas y un enfoque estratégico para transformar la calidad de la infraestructura en un mayor número de planteles, consolidando así una oferta educativa más eficiente y acorde a las necesidades del estado. Por otro lado, con la implementación de la medida de optimización contará con los siguientes planteles con domo escolar dentro de sus instalaciones, dado que en la Situación Actual del Proyecto existen 843 planteles escolares con domos, mientras que con la implementación de la medida de optimización, es decir, en la Situación sin Proyecto hay 935 escuelas con domos.

Tabla 28. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación sin Proyecto.

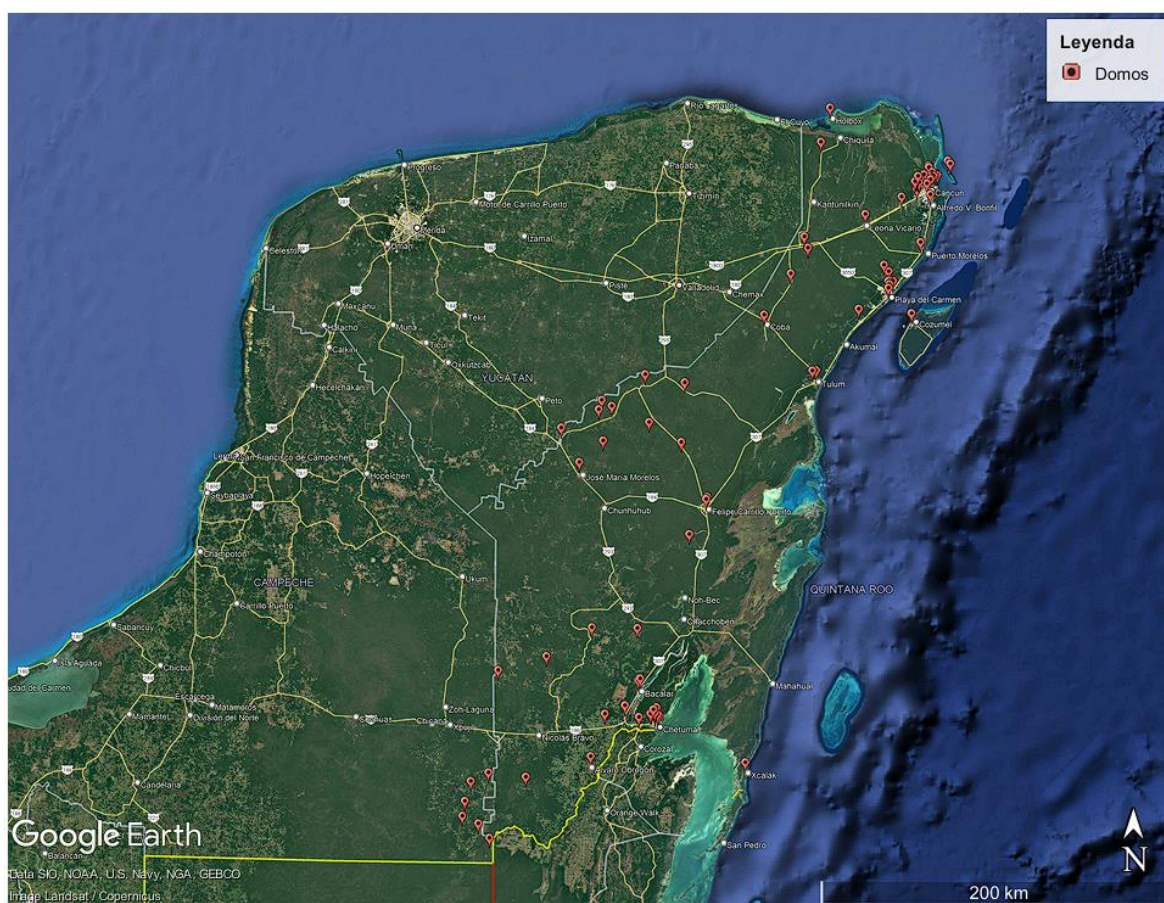
Municipio	# de planteles
Bacalar	81
Benito Juárez	217
Cozumel	21
Felipe Carrillo Puerto	162
Isla Mujeres	14
José María Morelos	92
Lázaro Cárdenas	45
Othón P. Blanco	185
Puerto Morelos	12
Solidaridad	79
Tulum	27
Total	935

Fuente: Instituto de Infraestructura Física del Estado de Quintana Roo (IFEQROO)

Con base en la tabla anterior y con la construcción de 91 domos velaria se concluye que, actualmente, el estado de Quintana Roo ofrecería en un 40% de sus planteles domos escolares, de distintos materiales, para brindar una mejor calidad educativa hacia los estudiantes.

Respecto a los planteles educativos en donde se planea realizar el proyecto de infraestructura social, las instalaciones se encuentra dispersas en los municipios de la siguiente manera:

Figura 16. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.



Fuente: Google Earth

En la situación sin Proyecto los planteles contarían con infraestructura que ofrezca beneficios asociados a la construcción de domos escolares. Los 91 planteles se encuentran en los siguientes municipios:

Tabla 29. Distribución de los planteles educativos

Municipio	# de planteles
Bacalar	6
Benito Juárez	21
Cozumel	1
Felipe Carrillo Puerto	8
Isla Mujeres	4
José María Morelos	6
Lázaro Cárdenas	5
Othón P. Blanco	23

Municipio	# de planteles
Puerto Morelos	2
Solidaridad	12
Tulum	3
Total	91

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 30. Oferta en la Situación sin Proyecto

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura con domo	Calidad de la infraestructura ⁷
2024	91	91	Regular
2025	91	91	Regular
2026	91	91	Regular
2027	91	91	Regular
2028	91	91	Regular
2029	91	91	Regular
2030	91	91	Regular
2031	91	91	Regular
2032	91	91	Regular
2033	91	91	Regular
2034	91	91	Regular
2035	91	91	Regular
2036	91	91	Regular
2037	91	91	Regular
2038	91	91	Regular
2039	91	91	Regular
2040	91	91	Regular
2041	91	91	Regular
2042	91	91	Regular
2043	91	91	Regular
2044	91	91	Regular
2045	91	91	Regular

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

3.3 Análisis de la demanda en situación sin Proyecto

La demanda mencionada en la sección 2.3 (*véase Análisis de la demanda en la Situación Actual*), que incluye las características demográficas, así como la evolución histórica y la proyección de la matrícula escolar, es la misma para este apartado. Lo anterior se debe a que la implementación del Proyecto no implica un cambio en el número de estudiantes en los 91 planteles escolares.

3.4 Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda en la situación sin Proyecto

Con la implementación de la medida de optimización los 91 planteles escolares contarán con infraestructura que resguardará a los estudiantes de las condiciones climatológicas adversas que se presentan con el objetivo que puedan desarrollar las actividades fuera de las aulas escolares.

Tabla 31. Interacción Oferta-Demanda

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de techo	# de estudiantes	Calidad de la infraestructura ⁸
2024	91	0	17,559	Regular
2025	91	91	17,815	Regular
2026	91	91	18,075	Regular
2027	91	91	18,339	Regular
2028	91	91	18,607	Regular
2029	91	91	18,879	Regular
2030	91	91	19,155	Regular
2031	91	91	19,434	Regular
2032	91	91	19,718	Regular
2033	91	91	20,006	Regular
2034	91	91	20,298	Regular
2035	91	91	20,595	Regular
2036	91	91	20,895	Regular
2037	91	91	21,201	Regular
2038	91	91	21,510	Regular
2039	91	91	21,824	Regular
2040	91	91	22,143	Regular
2041	91	91	22,466	Regular
2042	91	91	22,794	Regular
2043	91	91	23,127	Regular
2044	91	91	23,465	Regular
2045	91	91	23,808	Regular

Fuente: Elaboración propia.

⁸ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

A lo largo del periodo proyectado (2024-2045), se identifica un área de oportunidad en la infraestructura, ya que la calidad percibida de las instalaciones se clasifica como "regular" durante todos los años. Aunque este indicador muestra una ligera mejora respecto a la situación actual, no representa una solución contundente. Como se señaló en la descripción general de la medida de optimización, las velarías no son completamente confiables en el estado de Quintana Roo debido a las altas temperaturas y los fuertes vientos durante la temporada de mal clima, donde son frecuentes los huracanes.

3.5 Alternativas de solución

El desarrollo de un análisis de alternativas de resulta fundamental al desarrollar un proyecto de infraestructura social. Dado el costo de inversión y el potencial impacto en los beneficiarios, es importante evaluar una alternativa para determinar los materiales más eficientes para la ejecución del Proyecto.

– Descripción General y Técnica del domo arcotecho con acero galvanizado

El domo tipo arco techo es una estructura ligera en forma de arco proyectada para cubrir áreas de esparcimiento y eventos para alumnos de nivel preescolar, cuyas dimensiones requieren un tipo de estructura con claros menores que faciliten la optimización del diseño estructural. Por tratarse de una zona altamente susceptible del golpe de fenómenos meteorológicos tales como tormentas tropicales y ciclones, se determina que la forma más resistente y con la que se puede contrarrestar de manera considerable los empujes por carga de viento es precisamente la forma de arco con columnas de concreto y una cubierta de materiales livianos y fáciles de rolar o curvar.

Por otro lado, al ser una zona costera con alto grado de humedad y salinidad, se considera que la fabricación de la estructura con perfiles estructurales galvanizados, así como la utilización de una cubierta de lámina galvanizada, es lo más adecuado para contrarrestar la oxidación y deterioro de la misma estructura.

Esto no implica que no se requiera de un mantenimiento preventivo y correctivo, ya que la base de la durabilidad es precisamente el mantenimiento preventivo más que el mantenimiento correctivo antes y previo a los temporales de lluvias o fenómenos meteorológicos.

– **Proceso Constructivo**

El proceso constructivo inicia con la recepción del área a intervenir y su encapsulamiento encaminado a reducir en un 100% un posible accidente tanto para los usuarios del plantel como para el personal obrero, a través de un tapial fijo en todo el perímetro del área. Una vez confinada el área, se procede con un levantamiento topográfico físico del área para realizar trabajos de tala y acopio de follaje, así como desmontaje y retiro de todo tipo de mobiliario urbano como juegos, bancas, luminarias, etc., para así liberar la zona de intervención.

Teniendo el área totalmente liberada, se realizará el trazo de las 10 zapatas aisladas que considera el proyecto estructural, distribuidas en dos ejes longitudinales con una distancia entre ejes de 8.00 m y 5 ejes transversales con separación entre ejes de 5.00 m, con dimensiones de 1.00 x 1.00 m más 50 cm de sobre excavación en cada lado. Ya realizado el trazo, se iniciarán los trabajos de demolición de losas o pisos existentes de forma manual o con rompedoras de concreto. Dichos trabajos se deberán, de preferencia, realizar dentro de un horario inhábil debido a la naturaleza del plantel. Para la realización de los trabajos de excavación se deberá considerar el acopio del material producto de la excavación en el interior del área confinada y siempre considerando acciones de mitigación de polvos. Dichas excavaciones serán hasta llegar a una profundidad de desplante de 0.80 m.

Ya realizada la excavación, se procederá al afine y compactación del área por medios manuales con bailarina hasta lograr una compactación del 95% de su PVSM, agregando la humedad requerida. Teniendo las áreas de desplante listas, se tenderán las plantillas de 6 cm con concreto hecho en obra con resistencia de 100 kg/cm² para posteriormente realizar el trazo de las zapatas, verificando su centro y orientación, y colocando referencias para los subsiguientes trazos.

Con las plantillas ya realizadas, se colocará el acero de refuerzo de cada una de las 8 zapatas previamente habilitados y armados en los centros de operaciones, y suministrados a la obra con anticipación conforme a la programación global. Los armados consisten en acero de refuerzo con una resistencia $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ en una parrilla inferior especificada con 6 varillas del No. 3 (3/8") en ambos sentidos y una parrilla superior especificada con 6 varillas del No. 3 (3/8") en ambas direcciones para lograr un peralte de zapata de 15 cm. Posteriormente se colocará la cimbra frontera en su posición, verificando la orientación de los elementos.

Realizada la colocación de los armados de zapata, se colocarán los armados de cada uno de los dados de anclaje de dimensiones $0.45 \times 0.45 \times 0.65 \text{ m}$ con acero de refuerzo con una resistencia $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ en una varilla del No. 5 (5/8") en cada esquina y estribos con varilla del No. 3 @ 15 cm. Se debe considerar que el acero vertical del dado de anclaje deberá desplantarse desde la parrilla inferior del armado de la zapata y los estribos deberán colocarse a partir de la parrilla superior del armado de la zapata.

El colado de cada una de las zapatas y dados podrá realizarse de forma individual o de forma integral, y deberá realizarse con concreto premezclado de clase 1 con peso volumétrico mayor a 2200 kg/m^3 , resistencia a la compresión de $f'_c=250 \text{ kg/cm}^2$, módulo de elasticidad $E=221359 \text{ kg/cm}^2$, e incluir en su dosificación un impermeabilizante integral. Se utilizará un T.M.A. (tamaño máximo de agregado) de 2 cm (3/4"). Los recubrimientos del acero de refuerzo serán de 3 cm para los dados y 4 cm para las zapatas. Para la realización de los eventos de colados que se programe se contará con un laboratorio certificado que realice todas y cada una de las pruebas y muestreos de los concretos utilizados con los parámetros que considera la norma al respecto.

Previo al colado del dado de anclaje, deberán colocarse las cuatro anclas de redondo liso de 16 mm con un desarrollo de 40 cm más el doblez respectivo y 10 cm de roscado, el cual será necesario para la colocación de la placa base que forma parte de la estructura metálica.

Durante el proceso de fabricación de cada uno de los elementos que conforman la estructura, se realizarán en la obra los trabajos relacionados con la instalación eléctrica, iniciando con la ubicación del tablero eléctrico de donde se tomará la energía que alimente la red eléctrica del domo. Se realizará el trazo de la trayectoria adecuada conforme a las características individuales de cada plantel. Una vez establecida la trayectoria, se realizarán los cortes en pisos y concretos que resulten afectados para realizar las demoliciones y excavaciones pertinentes, para continuar con la colocación de las canalizaciones necesarias. Dichas canalizaciones se deberán de encofrar con un concreto hecho en obra con una resistencia de 100 kg/cm².

Ya efectuado el habilitado del acero estructural y la fabricación de la propia estructura, se programará su entrega en cada plantel y se determinará la forma de ingresarla a obra, siempre en un horario inhábil para no poner en riesgo al personal docente y a sus alumnos. Se podrá iniciar con los trabajos de montaje, comenzando con la colocación de la placa base de espesor $e=19$ mm ($3/4"$) y dimensiones de 35 x 35 cm con 4 barrenos de 19 mm para las anclas galvanizadas de 16 mm, sobre la cual se fijará la columna tipo C-1 con perfil galvanizado OC de 168 x 7.11 CED, 40E $F_y=3515$ kg/cm² PIPE S50, con una placa tapón galvanizada $e=6$ mm, misma que se colocará una vez que se haya realizado el montaje de la trabe tipo T-1.

Las trabes tipo T-1 serán de perfil galvanizado OC de 89 x 5.49 CED, 40E $F_y=3515$ kg/cm² PIPE S30, roladas en frío, y los largueros L-1 serán del mismo tipo de perfil y se fijarán sobre placas galvanizadas de $e=6$ mm de 10 x 10 cm, soldadas a las trabes T-1. Se colocarán tensores de 19 mm en sentido transversal de columna a columna. Todos los trabajos de soldadura en los diferentes elementos estarán sujetos a pruebas de laboratorio con el procedimiento básico que considera la norma, incluyendo inspección visual y pruebas de líquidos penetrantes. Se elaborará un dossier con los certificados de calidad de los materiales, así como los resultados de las pruebas realizadas a cada domo.

Para el montaje de cada elemento se estudiará el procedimiento más adecuado, administrando todos los riesgos posibles. Dichos procedimientos de montaje podrían variar en cada plantel, siendo las posibles opciones un montaje por medio de grúa, grúa tipo Hiab, o montaje manual por medio de andamiaje y polipastos o tirfors de cadena.

Previo a la terminación del montaje de la estructura, se programará la entrega en obra de los materiales necesarios para la cubierta, para lo cual se utilizará lámina ondulada tipo T0-100 pintro o similar, fijada por medio de ganchos en forma de “U” con alambrón galvanizado de 1/8” @40 cm. Esta cubierta descargará sus escurrimientos sobre un canalón de lámina galvanizada cal. 14 y estos a bajantes de aguas pluviales a base de tubo galvanizado roscable de 4”.

Durante el proceso de colocación de los canalones, se identificará, en su caso, el punto a donde se canalizarán las aguas pluviales para, una vez determinado, iniciar con los trabajos de excavaciones y colocación de tuberías subterráneas y poder conectarlas a los bajantes.

Al terminar de realizar la colocación de la cubierta de lámina, se iniciará la canalización colganteada sobre la estructura para alimentar las salidas eléctricas para luminarias, las cuales se colocarán al término de la canalización y cableado respectivo, para poder iniciar con las pruebas adecuadas que garanticen el perfecto funcionamiento de la iluminación del domo y concluir las actividades de ejecución al 100%.

– Descripción General y Técnica del domo ligero con acero galvanizado

El domo ligero es una estructura en forma de arco diseñada específicamente para cubrir áreas deportivas como canchas de baloncesto, voleibol, y otras disciplinas similares. Su diseño considera la necesidad de claros mayores que optimicen el comportamiento estructural y minimicen las interferencias, brindando espacios libres de obstáculos que favorezcan la práctica deportiva y el uso comunitario.

Dado que este tipo de estructura se emplaza en una región altamente expuesta a fenómenos meteorológicos severos como tormentas tropicales y ciclones, la forma de arco se establece como la solución óptima. Esta geometría permite contrarrestar de manera eficiente los empujes generados por las cargas de viento, asegurando la estabilidad estructural y reduciendo el impacto de estas fuerzas extremas.

Además, debido a que se trata de una zona costera caracterizada por altos niveles de humedad y salinidad, la selección de materiales es crucial para garantizar la durabilidad del domo. La estructura se fabrica con perfiles estructurales galvanizados, mientras que la cubierta utiliza láminas galvanizadas ligeras y de fácil curvado, lo que no solo asegura la resistencia a la corrosión, sino que también facilita su transporte e instalación.

Es importante destacar que la durabilidad de la estructura no depende únicamente de su diseño y materiales, sino también de un mantenimiento preventivo periódico. Este mantenimiento resulta esencial para identificar y mitigar daños menores antes de que se conviertan en problemas mayores. En particular, previo a la temporada de lluvias o la llegada de fenómenos meteorológicos, se recomienda realizar inspecciones y acciones preventivas, ya que estas medidas son más efectivas y económicas que las reparaciones correctivas posteriores.

– **Proceso Constructivo**

El proceso constructivo inicia con la recepción del área a intervenir y su encapsulamiento encaminado a reducir en un 100% un posible accidente tanto para los usuarios del plantel como para el personal obrero, a través de un tapial fijo en todo el perímetro del área. Una vez confinada el área, se procede con un levantamiento topográfico físico del área para realizar trabajos de tala y acopio de follaje, así como desmontaje y retiro de todo tipo de mobiliario urbano como juegos, bancas, luminarias, etc., para así liberar la zona de intervención.

Todo el arbolado, follaje, equipos o accesorios urbanos que se desmonten del área se deberán almacenar dentro del área a intervenir hasta que sean retirados para iniciar con su rehabilitación correspondiente, en el caso que así se considere. Dicho almacenamiento no deberá entorpecer las actividades posteriores, y el retiro del plantel deberá realizarse fuera del horario de actividad escolar del plantel, considerando la limpieza fina de las áreas por donde se realice el retiro.

Teniendo el área totalmente liberada, se realizará el trazo de las 8 zapatas aisladas que considera el proyecto, distribuidas en dos ejes longitudinales con una distancia entre ejes de 15.95 m y 4 ejes transversales con separación entre ejes de 9.75 m en los extremos y 10.00 m en el entre eje central, con dimensiones de 2.20 x 2.20 m más 50 cm de sobreexcavación en cada lado. Ya realizado el trazo, se iniciarán los trabajos de demolición de losas o pisos existentes de forma manual o con rompedoras de concreto. Dichos trabajos se deberán preferentemente realizar dentro de un horario inhábil debido a la naturaleza del plantel. Para la realización de los trabajos de excavación, se deberá considerar el acopio del material producto de la excavación en el interior del área confinada y siempre considerando acciones de mitigación de polvos. Dichas excavaciones serán hasta llegar a una profundidad de desplante de 1.50 m.

Ya realizada la excavación, se procederá al afine y compactación del área por medios manuales con bailarina hasta lograr una compactación del 95% de su PVSM, agregando la humedad requerida. Teniendo las áreas de desplante listas, se tenderán las plantillas de 6 cm con concreto hecho en obra con resistencia de 100 kg/cm² para posteriormente realizar el trazo de las zapatas, verificando su centro y orientación, y colocando referencias para los subsecuentes trazos.

Con las plantillas ya realizadas, se colocará el acero de refuerzo de cada una de las 8 zapatas previamente habilitadas y armadas en los centros de operaciones y suministradas a la obra con anticipación conforme a la programación global. Los armados consisten en acero de refuerzo con una resistencia $FY = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en una parrilla inferior especificada con 16 varillas del No. 5 (5/8") en ambos sentidos,

con un peralte de zapata de 35 cm. Posteriormente, se colocará la cimbra fronteriza en su posición verificando la orientación de los elementos.

Realizada la colocación de los armados de zapata, se colocarán los armados de cada uno de los dados de anclaje, de dimensiones 0.60 x 0.60 x 1.15 m, con acero de refuerzo con una resistencia $FY = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en 8 varillas del No. 6 (3/4") en cada esquina e intermedias, y estribos con varilla del No. 3 a 15 cm. Se debe considerar que el acero vertical del dado de anclaje deberá desplantarse desde la parrilla inferior del armado de la zapata, y los estribos deberán colocarse a partir de la parrilla inferior del armado de la zapata.

El colado de cada una de las zapatas y dados podrá realizarse de forma individual o de forma integral y deberá realizarse con concreto premezclado de clase 1, con peso volumétrico mayor a 2200 kg/m^3 y resistencia a la compresión de $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Se utilizará un T.M.A. (tamaño máximo de agregado) de 2 cm (3/4"). Los recubrimientos del acero de refuerzo serán de 2.5 cm para los dados y 5 cm para las zapatas. Para la realización de los eventos de colado que se programe, se contará con un laboratorio certificado que realice todas y cada una de las pruebas y muestreos de los concretos utilizados, con los parámetros que considera la norma al respecto.

Previo al colado del dado de anclaje, se deberán colocar los armados de la columna circular con 8 varillas del No. 6 (3/4") y estribos del No. 3 a 15 cm, hasta una altura de 6.00 m a partir del nivel de corona del dado. Una vez realizado el colado del dado, se deberá colocar la cimbra de la columna a una primera altura de 3.00 m por medio de sonotubo de 50 cm de diámetro. Después de este primer colado, se colocará la cimbra con sonotubo para la segunda altura, cuidando la verticalidad de la cimbra y el plomeo. Previo al colado, se deberá colocar la placa base redonda de 50 cm de diámetro con espesor de 3/4" y 16 anclas de redondo liso de 3/4" con 10 cm de rosca y un desarrollo total de 60 cm, con dobleces de 15 cm, necesaria para la colocación de la placa base que forma parte de la estructura metálica.

Durante el proceso de fabricación de cada uno de los elementos que conforman la estructura, se realizarán en la obra los trabajos relacionados con la instalación eléctrica, iniciando con la ubicación del tablero eléctrico del cual se tomará la energía que alimente la red eléctrica del domo. Para esto, se realizará el trazo de la trayectoria adecuada conforme a las características individuales de cada plantel. Una vez establecida la trayectoria, se realizarán los cortes en pisos y concretos que resulten afectados para realizar las demoliciones y excavaciones pertinentes, continuando con la colocación de las canalizaciones necesarias. Dichas canalizaciones deberán encontrarse con un concreto hecho en obra con una resistencia de 100 kg/cm².

Ya efectuado el habilitado del acero estructural y la fabricación de la propia estructura, se programará su entrega en cada plantel y se determinará la forma de ingresarla a la obra, siempre en un horario inhábil, para no poner en riesgo al personal docente y sus alumnos, e iniciar los trabajos de montaje, comenzando con el montaje de las trabes de alma abierta con tubo de 3" y 2" CED 30 galvanizado. Una vez montadas las trabes, se deberá colocar los largueros L-1 de polín monten 10 cal 14 (10" x 2.75" x 0.75") galvanizado, por medio de los clips 20 x 20 cm con placa de acero galvanizado de 3/8", y la colocación de contraflameo CF-1 de ángulo galvanizado de 1 x 1/8" y riostras atornilladas a base de ángulo galvanizado de 2" x 3/16". Al terminar la colocación de las riostras, se deberán montar los contraventeos horizontales a base de redondo liso galvanizado de 5/8", como lo indica el proyecto estructural.

Todos los trabajos de soldadura en los diferentes elementos serán sujetos a pruebas de laboratorio con el procedimiento básico que considera la norma al realizar inspección visual y pruebas de líquidos penetrantes. Se elaborará un dossier con los certificados de calidad de los materiales, así como los resultados de las pruebas realizadas a cada domo.

Para el montaje de cada elemento, se estudiará el procedimiento más adecuado, administrando todos los riesgos posibles. Dichos procedimientos de montaje podrían variar en cada plantel, siendo las posibles opciones un montaje por medio de grúa, grúa tipo Hiab, o montaje manual por medio de andamiaje y polipastos o tirfors de cadena.

Previo a la terminación del montaje de la estructura, se programará la entrega en obra de los materiales necesarios para la cubierta. Para esto, se utilizará lámina galvanizada RN-100/35 cal. 24, fijada por medio de tornillería, rondana y neopreno. Esta cubierta descargará sus escurrimientos sobre un canalón de lámina galvanizada cal. 26, y estos a bajantes de aguas pluviales a base de tubo galvanizado roscable de 4".

Durante el proceso de colocación de los canalones, se identificará, en su caso, el punto a donde se canalizarán las aguas pluviales para, una vez determinado, iniciar con los trabajos de excavaciones y colocación de tuberías subterráneas y poder conectarlas a los bajantes.

Al terminar de realizar la colocación de la cubierta de lámina, se iniciará la canalización colganteada sobre la estructura para alimentar las salidas eléctricas para luminarias, las cuales se colocarán al término de la canalización y cableado respectivo, para poder iniciar con las pruebas adecuadas que garanticen el perfecto funcionamiento de la iluminación del domo y concluir las actividades de ejecución al 100%.

— **Inversión de las alternativas**

Tabla 32. Descripción de la inversión de domo arcotecho con acero galvanizado de 5x8 metros

Concepto	Monto
Cimentación	\$131,917.75
Estructura metálica a base de perfiles galvanizados	\$1,222,417.50
Bajantes y Pisos	\$120,896.98
Albañilería y Acabados	\$156,498.74
Instalaciones eléctricas	\$493,572.19
Instalaciones pluviales	\$236,156.23
Subtotal de Presupuesto	\$2,361,459.40
IVA	\$377,833.50
Total	\$2,739,292.90

Fuente: Elaboración propia con base en la descripción técnica de la alternativa

Tabla 33. Descripción de la inversión de domo ligero con acero galvanizado de 29.50x15.95 metros

Concepto	Monto
Cimentación	\$458,952.26
Estructura metálica a base de perfiles galvanizados	\$2,374,433.66
Bajantes y Pisos	\$858,674.72
Instalaciones eléctricas	\$183,050.21
Instalaciones pluviales	\$206,145.10
Subtotal de Presupuesto	\$4,081,255.94
IVA	\$653,000.95
Total	\$4,734,256.90

Fuente: Elaboración propia con base en la descripción técnica de la alternativa

Considerando que serían 42 domos arcotecho de acero galvanizado y 49 domos ligero de acero galvanizado la inversión total de la alternativa asciende a \$299,162,836.06 (doscientos noventa y nueve millones ciento sesenta y dos mil ochocientos treinta y seis 06/100 M.N.) sin IVA.

– **Costos de Mantenimiento**

Por su parte, los domos requieren mantenimiento preventivo y correctivo para poder alcanzar y extender la vida útil de 20 años.

- Mantenimiento Preventivo Arcotecho: \$66,551.72
- Mantenimiento Correctivo Arcotecho: \$258,620.69
- Mantenimiento Preventivo Ligero: \$237,931.03
- Mantenimiento Correctivo Ligero: \$431,034.98

– **Justificación de la Alternativa Seleccionada**

La alternativa seleccionada para la construcción de domos arcotecho y ligero, que prescinde del uso de acero galvanizado, es más eficiente en términos del análisis costo eficiencia que la alternativa desechada (domos con acero galvanizado) debido a las siguientes razones:

- Como se muestra en la sección 5.3 del presente documento, la alternativa seleccionada presente un Costo Anual Equivalente (CAE) menor que la alternativa desechada. Este indicador, que combina los costos de inversión y de mantenimiento a lo largo de la vida útil del Proyecto, evidencia que los domos sin acero galvanizado requieren de una menor inversión total en términos equivalentes, lo que optimiza los recursos asignados al Proyecto, promoviendo el adecuado manejo de las finanzas públicas de Quintana Roo.

- En Quintana Roo, el clima cálido-húmedo con alta salinidad implica riesgos de corrosión para estructuras metálicas, incluidos los materiales galvanizados. Aunque el acero galvanizado ofrece cierta resistencia a la corrosión, las soluciones seleccionadas han integrado las medidas adecuadas para proporcionar una protección adecuada frente al ambiente, minimizando los costos asociados a tratamientos adicionales.
- La alternativa seleccionada ha priorizado materiales que, aunque menos costosos que el acero galvanizado, cumplen con las especificaciones estructurales y de durabilidad requeridas, a la vez que permiten diseños más ligeros y optimizados. Esto reduce los costos iniciales de fabricación, transporte y montaje, generando un impacto positivo en la eficiencia del Proyecto.
- Finalmente, la alternativa seleccionada cumple con los requerimientos funcionales y estructurales de los domos, garantizando la cobertura, seguridad y durabilidad necesarias para el entorno escolar donde serán instalados, sin incurrir en costos adicionales como sucede en las estructuras galvanizadas, la cual no aporta un beneficio proporcional.

4. Situación con del Proyecto de Inversión

4.1 Descripción general

De acuerdo con el numeral 2 de los “Lineamientos para Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión”, establecidos por la Unidad de Inversiones de la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, “Construcción de 91 domos ligeros y arcotechos, del Programa de Domos en escuelas 2024 del Estado de Quintana Roo” es un proyecto de infraestructura social. Éste hace referencia a “la construcción, adquisición y/o ampliación de activos fijos para llevar a cabo actividades en materia de educación, ciencia y tecnología, cultura, deporte, salud, seguridad social, urbanización, vivienda y asistencia social”.

Tipo de PPI	
Proyecto de infraestructura económica	☐
Proyecto de infraestructura social	☒
Proyecto de infraestructura gubernamental	☐
Proyecto de inmuebles	☐
Programa de adquisiciones	☐
Programa de mantenimiento	☐
Otros proyectos de inversión	☐
Otros programas de inversión	☐

El Proyecto consiste en la instalación de 91 domos en diversos planteles de los once municipios del estado de Quintana Roo, los cuales son de dos tipos: domo arcotecho y domo ligero. A continuación, se describen las características técnicas de cada uno de ellos.

4.1.1 Arcotecho

Sistema de autosoporte para cubierta metálica (tipo arco) con una superficie de 8.00 x 5.00 m (medidas a ejes). El domo arcotecho es fabricado en lámina ondulada TO-100, con rolado en forma transversal e incluye lo siguiente:

1. **Cimentación y estructura base:** Zapatas aisladas (Z-1) en ejes longitudinales de 1.00 x 1.00 x 0.15 m de concreto premezclado con impermeabilizante integral. La resistencia $f'c=250$ kg/cm² se refuerza con 6 varillas de acero no.3 en techo inferior y superior, en ambos sentidos. La estructura contiene dados de concreto premezclado con impermeabilizante $f'c=250$ kg/cm² de 0.45 x 0.45, contruidos con 4 varillas no.5 y estribos 3 a cada 15 cm, con 2 anclas roscadas de 16 mm por dado y tornillos de 16 mm con tuerca niveladora y de sujeción.
2. **Montaje de columnas y elementos de refuerzo:** Relleno con aditivo grout de 6 cm sobre dado; placa base PB-1 OC 168x7.11 CED. 40E PIPE S60 de 0.35 x 0.35 m de acero de 19 mm; columna C-1 OC 168x7.11 CED. 40E PIPE S60 de 4.50 m de altura, la cual está soldada a la placa base con una tapa de acero de 6 mm de espesor en la parte superior. El montaje incluye atiesadores con placas de acero de 13 mm de espesor, con dos piezas por cada cara de la placa.
3. **Cubierta y canalón:** Estructura con largueros L-1 OC 89x5.49 CED. 40E PIPE S30 y trabes T-1 OC 89x5.49 CED. 40E PIPE S30 soldados. Contiene una cubierta de lámina TO-100 fijada a la estructura metálica; faldón y canalón de lámina galvanizada calibre 14 con pintura automotiva, armado con perfiles OR 38x3 a cada 100 cm en vertical; y 5 perfiles OR 38x3 en horizontal, con base para canalón perfil OR 51x3.2 a 100 cm, anclado a columnas con tubo OR 51x3.2 a cada 500 cm. Bajante de agua pluvial de coladera de 4", tubo galvanizado de 4" de 4.00m y dos codos de 90° de 4".

4. **Instalaciones eléctricas y luminarias:** Conducción eléctrica en tubo Conduit galvanizado de pared delgada, luminarias de sobreponer, centro de cargas 107/4D marca Bticino o similar, con interruptores termomagnéticos de 1 polo de 16 amper modelo FE81/16 curva C.

La interconexión eléctrica exterior incluye tablero principal, varilla Cooperweld de 3 m de largo y 5/8" de diámetro con conector, cable desnudo calibre 10, cable con aislamiento calibre 8, tubería Conduit de PVC pesado de 35 mm de diámetro con curvas, encofrado de concreto de 10 x 10 cm de $f'c=100$ kg/cm², ranurado de piso, registros eléctricos, interruptores termomagnéticos y conductores.

Figura 17. Render domo arcotecho



Fuente: IFEQROO

– **Proceso constructivo**

La preparación del terreno comienza con la limpieza, trazo y nivelación del área donde se construirá la estructura para eliminar obstáculos y nivelar el suelo. Posteriormente, se realiza la excavación para desplantar la cimentación mediante zapatas aisladas que soportarán las columnas y la estructura del arcotecho. Para construir el arco rolado, se cortan las láminas con las dimensiones requeridas y se les da forma mediante maquinaria especializada que garantiza la precisión y calidad de las curvas. Finalmente, se realiza un proceso de acabado a los arcos, el cual consta de galvanizado, pintura o recubrimientos especiales para mejorar su durabilidad y estética. El montaje de la estructura se realiza cuando las columnas metálicas están cimentadas para asegurar que estén correctamente plomadas y niveladas. Posteriormente, se colocan los tubos metálicos rolados (T-1) y se sueldan a las columnas, seguidos de los largueros que sostendrán la lámina rolada. Una vez que las trabes y largueros han sido instalados, la lámina rolada se coloca sobre la estructura metálica y se fija con soldadura. Por último, se instalan elementos complementarios como faldones, bajantes pluviales y tensores. Tras el armado de la cubierta, se aplican dos capas de pintura anticorrosiva y, finalmente, tres capas de pintura de esmalte sobre todos los elementos metálicos del arcotecho. Después de los trabajos de pintura, se instala lo siguiente: luminarias LED de 36 watts, cableado, registros y muretes eléctricos, encofrados de tubería, registros pluviales y un pozo de absorción para el drenaje de agua pluvial. Finalmente, se coloca una lona institucional en los faldones del arcotecho.

4.1.2 Ligero

La construcción de la estructura metálica tipo domo de 30.00 x 17.00 m (medidas a ejes) inicia con la cimentación. Ésta incluye la excavación de material tipo “B” y “C”, la colocación de una plantilla de concreto con resistencia $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ y la construcción de zapatas de concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ premezcladas durante 3 días, reforzadas con varillas #3, #5 y #6, cimbra común y anclas para cimentación. El relleno se realiza con el material de la excavación. El proceso contempla también la construcción de columnas de concreto de 50 cm de diámetro, cimbradas con sonotubo y concreto premezclado de $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ durante 3 días, las cuales se refuerzan con varillas #6, estribos con varillas #3 y pintura protectora. Finalmente, se coloca la armadura de acero estructural, la cual contiene tubos estructurales anclados a las columnas, montenes a lo largo del domo (fijados mediante placas de acero) y riostras de ángulo de acero con anclaje a columna y contravientos de redondo liso. La cubierta se compone de lámina galvanizada calibre 24, faldones, canalones y bajantes pluviales conectados a tubos de PVC.

Las instalaciones eléctricas tienen salidas de alumbrado con un tubo conduit galvanizado, conductores, registros galvanizados con tapa, salidas de contacto dúplex en la caja idrobox y tubería de PVC pesado. Además de la instalación de un tablero de 8 circuitos con interruptores termomagnéticos, también se colocan luminarias tipo campana para domo, mismas que se fijan a la estructura con varillas cuadradas de 1/2" y cadenas de sujeción de 1". En el caso de la obra eléctrica exterior, ésta se interconecta con el tablero principal mediante varilla Cooperweld de 3 m de largo y 5/8" de diámetro, con cable desnudo calibre 10 y cable con aislamiento calibre 8. La instalación contempla una tubería conduit de PVC pesado de 35 mm de diámetro, con curvas y encofrado de concreto de 10x10 cm de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$; así como registros prefabricados de 33x33x40 cm y un muro de 180x75 cm con block de 15x20x40 cm para el centro de cargas. El muro se construye con excavación, mampostería de piedra, cadenas y castillos de 15x15 cm de concreto armado con varillas #3 y estribos #2 y tres capas de acabado de aplanado. Finalmente, se instala un interruptor I-Line de 30x30 A con protección metálica para el centro de cargas mediante una varilla cuadrada de 1/2" y ángulo de 1"x1/8".

Figura 18. Render domo ligero



– **Proceso constructivo**

La preparación del terreno comienza con la limpieza, trazo y nivelación del área donde se construirá la estructura para eliminar obstáculos y nivelar el suelo. Posteriormente, se realiza la excavación para colocar la cimentación mediante zapatas aisladas que soportarán las columnas y la estructura del domo ligero. Durante la cimentación y armado de columnas, se ensambla la estructura de alma abierta (cerchas). Ésta contiene una cuerda de tubos de 3 pulgadas de diámetro en la parte superior e inferior, además de tubos horizontales y diagonales de 3 y 2 pulgadas que conforman la cercha del domo. La soldadura de todos los componentes se realiza con electrodos E7018 de 1/8". Los trabajos de montaje de la estructura de alma abierta (cerchas), que se soldan a las placas, inician una vez colocadas las columnas de concreto, junto con las placas en la parte superior. Posteriormente, se colocan los largueros de perfil tipo "C", a los cuales se fija la lámina galvanizada acanalada RN-100/35 calibre 24 con tornillos auto taladrantes. Por último, se instalan los elementos complementarios como faldones, bajantes pluviales, contravientos y contraflambeos.

Tras el armado y montaje de la cubierta de lámina galvanizada, se aplican dos capas de pintura anticorrosiva y tres capas de pintura de esmalte sobre todos los elementos metálicos del domo ligero. Después de los trabajos de pintura, se instala lo siguiente: luminarias LED de 36 watts, cableado, registros y muretes eléctricos, encofrados de tubería, registros pluviales y un pozo de absorción para el drenaje de aguas pluviales. Finalmente, se coloca una lona institucional en la parte frontal y trasera de los faldones del domo.

4.2 Alineación estratégica

En esta sección se presenta la alineación estratégica del Proyecto a nivel federal, estatal y municipal, junto con los mecanismos de planificación de política pública correspondientes. El Proyecto es parte del sector de educación. A continuación, se describen los programas sectoriales con los cuales se vincula.

Tabla 34. Alineación Estratégica.

Objetivos	Estrategias y líneas de acción
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024	
Objetivo 2.2 Garantizar el derecho a la educación laica, gratuita, en todos los tipos, niveles del Sistema Educativo Nacional.	Estrategia 2.2.4 Mejorar la infraestructura básica y equipamiento de los espacios educativos en todos los tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional.
Objetivo 2.10 Garantizar la cultura física y la práctica del deporte como medios para el desarrollo integral de las personas.	Estrategia 2.10.1 Impulsar la construcción y rehabilitación de infraestructura para la práctica del deporte y la activación física Estrategia 2.10.4 Promover el fomento de la cultura física y el deporte.
Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo 2023-2027	
Objetivo 1.2 Incrementar el ingreso, permanencia y egreso de las niñas, niños, adolescentes, jóvenes y personas adultas mayores a una educación de excelencia en las diferentes opciones, modalidades y niveles.	Estrategia 1.2.1 Aumentar la atención educativa en las diferentes opciones, modalidades y niveles. Línea de acción 1.2.1.7 Fomentar una vida saludable, a través de la cultura y el deporte en las escuelas del estado. Línea de acción 1.2.1.11 Construir, equipar y rehabilitar la infraestructura para contar con instalaciones escolares dignas.
Programa Sectorial de Educación 2020-2024	
Objetivo Prioritario 5: Garantizar el derecho a la cultura física y a la práctica del deporte de la población en México con énfasis en la integración de las comunidades escolares, la inclusión social y la promoción de estilos de vida saludables.	Estrategia 5.1 Fomentar las actividades física, deportivas y lúdicas en las escuelas del Sistema Educativo Nacional como medios para el aprendizaje y la integración de la comunidad escolar. Acción puntual 5.1.9 Fomentar la creación y adecuación de espacios deportivos en los planteles educativos que cumplan con los criterios de seguridad, funcionalidad, equidad y sustentabilidad, con especial atención en la

	inclusión de personas con discapacidad, así como perspectiva de género. Estrategia 5.2 Promover la participación de todos los grupos sociales en los programas de cultura física y deporte, priorizando a los grupos en situación de vulnerabilidad para propiciar cohesión social. Línea de acción 5.2.7 Incentivar la creación y utilización de infraestructura deportiva pública para apoyar la práctica regular del deporte, considerando las necesidades de los grupos históricamente discriminados, especialmente las personas con discapacidad, con enfoque de derechos humanos y perspectiva de género.
Después Plan Municipal de Desarrollo Urbano Municipio de Benito Juárez	
Eje 2: Prosperidad Compartida Objetivo 2.1: Cerrar las brechas de desigualdad reactivando y diversificando la economía y poniendo fin a la exclusión social para fortalecer a las familias y mejorar la calidad de vida de la población.	Estrategia 2.2.1 Brindar asistencia, apoyo y protección de manera integral a las familias y personas en estado de vulnerabilidad con la finalidad de mejorar su calidad de vida. Línea de Acción: 2.2.1.6 Proporcionar espacios educativos para los hijos de padres y madres de clase trabajadora; estudiantes, así como familias en situación de vulnerabilidad del municipio de Benito Juárez. Línea de Acción: 2.2.1.14 Impulsar actividades deportivas, recreativas y culturales para las niñas, niños y adolescentes en situación vulnerable.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Othón P. Blanco	
Prioridad 15: Mejoramiento del entorno urbano y rural Objetivo 15.1: El entorno urbano y rural mejora mediante acciones relacionadas con el ordenamiento territorial, la recuperación de espacios públicos, el fomento de la cultura de preservación y conservación del medio ambiente y patrimonio.	Estrategia 15.1.1 Atender las necesidades y solicitudes de infraestructura en las zonas rurales y urbanas Línea de acción 15.1.1 Conformación de una cartera de proyectos de infraestructura en la zona urbana y rural. Línea de acción 15.1.4 Integración correcta de los expedientes técnicos de las obras conforme a la normatividad

Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Cozumel	
Eje 1: Bienestar Humano e Inclusivo en Nuestra Sociedad Programa 1.2: Unidos Somos Más Grandes; Combate al Rezago Educativo y Social.	Estrategia 1.1.1 Gestionar ante las instancias educativas correspondientes, servicios e infraestructura educativa que permita fortalecer y promover la cobertura educativa de calidad para reducir el rezago educativo. Línea de acción 1.2.3 Promover acciones que mitiguen el rezago educativo en el nivel básico. Línea de acción 1.2.8 Brindar atención integral a niños, niñas y adolescentes que se encuentren en situación de vulnerabilidad.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Felipe Carrillo	
Eje 4: Municipio de Bienestar Programa 8: Mejorar las condiciones de bienestar social de la población a través de nuevos escenarios de oportunidad de desarrollo y participación, fundados en el respeto y la promoción de los derechos económicos, sociales y culturales.	Estrategia 8.1.1 Generar nuevos escenarios de oportunidad de desarrollo para mejorar las condiciones de la población a través de mecanismos que coadyuven a elevar los niveles de bienestar social en el municipio. Línea de acción 8.3 Instrumentar servicios socioeducativos y de animación sociocultural en espacios públicos y educativos para prevenir riesgos psicosociales. Línea de acción 8.15 Implementar una estrategia integral para reducir el rezago educativo, en alianza con el sector educativo y el IEEA.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Isla Mujeres	
EJE III: Isla Mujeres Incluyente y Humano Objetivo III.1: Impulsar una mejor educación para la gente.	Estrategia III.1.2: Mejorar la infraestructura educativa del municipio. Línea de acción III.1.2.1 Implementar el programa Cuidemos nuestras Escuelas, para ampliar y rehabilitar la infraestructura educativa. Línea de acción III.1.2.2 Gestionar la participación del gobierno federal y estatal para el financiamiento de la infraestructura educativa municipal. Línea de acción III.1.2.4 Gestionar ante las autoridades de la materia la apertura de nuevos centros educativos para cubrir la demanda educativa del municipio

Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de José María Morelos	
Eje I: Un Morelos Con Asistencia Social Dignificada Objetivo 1.4.: Educación con Resultados	1.4.1. Estrategia 1: Promover la calidad en la educación de todos los niveles. Ampliar las oportunidades educativas y promover una educación con calidad y accesible que permita el desarrollo integral de la población estudiantil de José María Morelos. Línea de acción 1.4.1.3. Promover la coordinación interinstitucional para el desarrollo de programas, proyectos y acciones que tengan impacto en el sector educativo del municipio. 1.4.2. Estrategia 2: Modernizar e incrementar la infraestructura para una educación con resultados. Ampliar y modernizar la infraestructura educativa en beneficio de los estudiantes del municipio Línea de acción 1.4.2.1. Gestionar ante las entidades educativas correspondientes los recursos necesarios para el equipamiento, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura educativa municipal para una educación de calidad.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Lázaro Cárdenas	
Eje 2: Bienestar Social Objetivo 2.1: Programas de Inclusión y Atención Integral en los Derechos Sociales Básicos de la Población	Estrategia 2.1.5 Establecer acciones para tener escuelas dignas y educación para todas y todos. Línea de acción 2.1.5.1 Gestionar ante las instancias educativas correspondientes la rehabilitación, remodelación y ampliación de la infraestructura educativa. Línea de acción 2.1.5.3. Coordinar con la Dirección de Seguridad Pública acciones garanticen la seguridad de los niños y jóvenes en los centros escolares sus alrededores.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Solidaridad	
Política 1.4: Educación, Cultura y Recreación Objetivo: Enriquecer la calidad de vida de la población y fomentar la integración social en el municipio, promoviendo el desarrollo educativo, cultural y recreativo.	Estrategias: Fomentar la participación de la sociedad en actividades educativas, recreativas y culturales organizadas por medio del gobierno municipal, aprovechando los centros comunitarios, parques, teatros, domos, escuelas y otros espacios públicos del municipio.

	Línea de acción 2 Gestionar, a través de las solicitudes recepcionadas, el mantenimiento y levantamiento de necesidades en las escuelas públicas del municipio de Solidaridad. Línea de acción 7 Contribuir a disminuir el rezago educativo a través de la atención integral en el municipio.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Tulum	
Eje 2: Unidos Podemos Programa 2.4: Desarrollo con Educación, Aprendo, Luego Existo. Programa 2.5: Desarrollo Dar Ayuda al que lo Necesita.	Estrategia: Desarrollar y realizar acciones educativas dentro del ámbito municipal que fortalezcan y faciliten la permanencia de los niños y jóvenes dentro del sistema educativo. Línea de acción 2.4.12: Gestionar a las instancias correspondientes, la rehabilitación y/o construcción de espacios en escuelas Estrategia: Fortalecer los programas de asistencia social para recomponer el tejido social con acciones de prevención y atención de violencia en la población Línea de acción 2.5.14 Impulsar actividades recreativas, deportivas y culturales que fomenten el desarrollo integral.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Bacalar	
Eje 1: Juntos por las familias Objetivo A: Desarrollo comunitario orientado al bienestar de las familias.	Estrategia IV: Educación para el Bienestar Línea de acción 2: Gestionar proyectos de infraestructura para una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. Línea de acción 6: Gestionar proyectos de infraestructura para una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Puerto Morelos	
EJE 1: Igualdad De Oportunidades Para El Desarrollo Humano. Programa 2: Fomentar la educación, la cultura, el deporte e impulsar a la juventud.	Estrategia 2.1 Coordinar y gestionar con los servicios coordinados de educación del Estado y con los sectores social y privado, los apoyos para mantener las escuelas del municipio en buen estado.

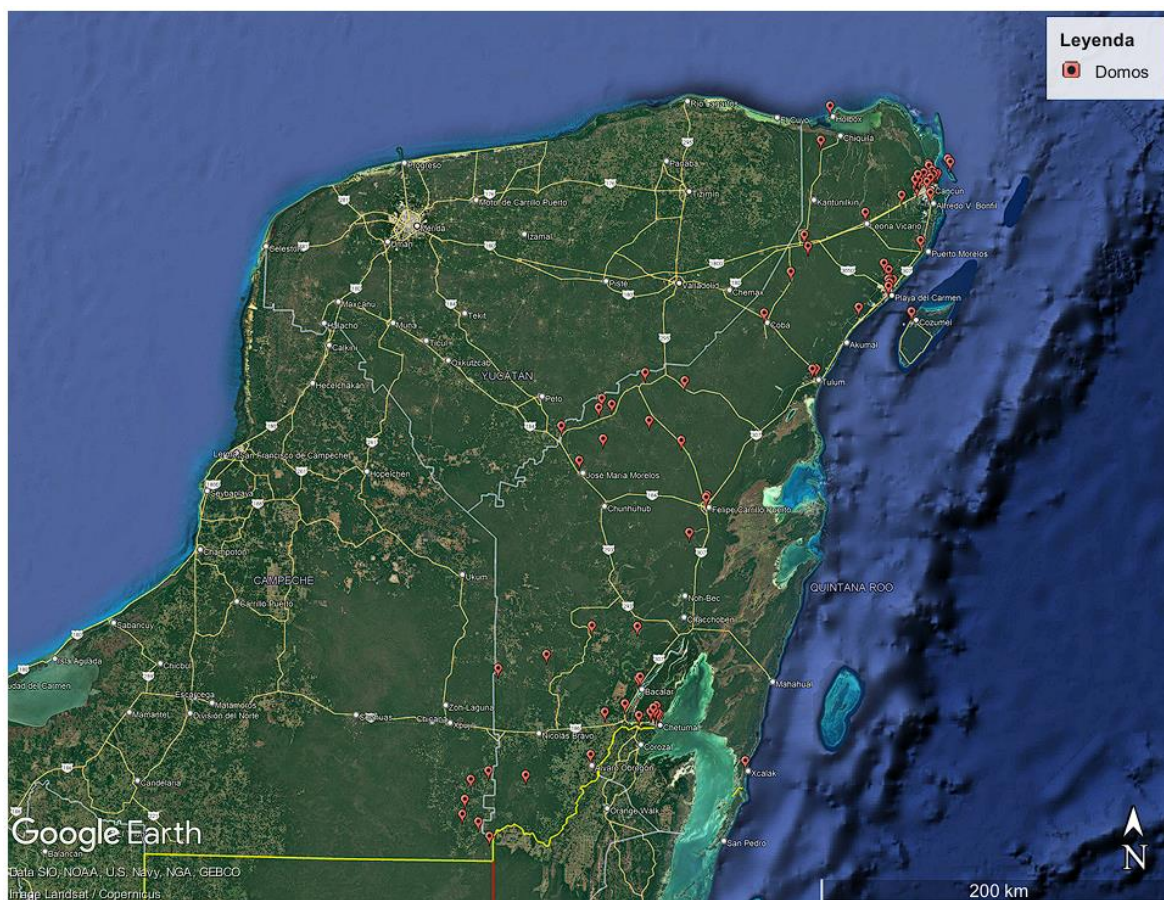
Programa 9: Construcción y mejoramiento de la infraestructura, y servicios públicos de calidad	Estrategia 9.1 Acatar rigurosamente todas las especificaciones técnicas establecidas y las leyes correspondientes en la construcción de la obra pública, con la finalidad de cumplir cabalmente los compromisos contraídos con la ciudadanía. Línea de acción 9.1.1 Realizar la modernización de la infraestructura básica con que cuenta el municipio, con el fin de lograr una mejor calidad de vida de las familias portomorelenses. Línea de acción 2.1.3 Mejorar la imagen de las escuelas, así como otorgar labores de limpieza y desinfección de salones, talleres y áreas administrativas.
---	--

Fuente: El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024; el Plan Estatal de Desarrollo del estado de Quintana Roo 2023-2027; el Programa Sectorial de Educación 2020-2024 y los Planes Municipales de Desarrollo de los once municipios del estado de Quintana Roo.

4.3 Localización geográfica

El Proyecto se realiza en 91 escuelas de los once municipios que conforman el estado de Quintana Roo, por lo que éste no se implementará solamente en un polígono, A continuación, se presenta un mapa en donde se encuentran ubicadas dichas escuelas.

Figura 19. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.



Fuente: Google Earth

Tabla 35. Coordenadas de las escuelas sujetas a intervenir con domo arcotecho.

Plantel	Municipio	Coordenadas
Preescolar 24 de Febrero	Bacalar	19.485056, -99.104424
Centro de Atención Múltiple Frida Kahlo	Bacalar	19.500077, -99.089055
Preescolar Chacmool	Benito Juárez	19.515030, -99.070525
Preescolar Abraham Maslow	Benito Juárez	19.527458, -99.061394
Preescolar Zamná	Benito Juárez	19.538241, -99.053741
Preescolar Ixchel	Benito Juárez	19.534225, -99.044758
Preescolar Pípila	Benito Juárez	19.562500, -99.036505
Preescolar Cuzamil	Benito Juárez	19.574722, -99.027500
Preescolar Amalia Caballero de Castillo	Benito Juárez	19.586388, -99.024722
Preescolar Joaquín Murillo Alcocer	Benito Juárez	19.603333, -99.012500
Preescolar Luz María Serradel	Benito Juárez	19.606666, -98.996666
Preescolar Rafael Ramírez Castañeda	Benito Juárez	19.608333, -98.973333
Preescolar Indígena Tutul Xiu	José María Morelos	19.609722, -98.946944
Preescolar Indígena Toh Beh	José María Morelos	19.865261, -88.586369
Primaria Leona Vicario	José María Morelos	20.019187, -88.60985
Preescolar Indígena Vazco De Quiroga	José María Morelos	19.928165, -88.806525
Preescolar Joaquín Fernández Lizardi	José María Morelos	20.064948, -88.593847
Telesecundaria Tanchumucil	Lázaro Cárdenas	20.87849, -87.522856
Preescolar Indígena Andrés Quintana Roo	Lázaro Cárdenas	20.69457, -87.595933
Preescolar Xcalak	Othón P. Blanco	18.269242, -87.835861
Preescolar Cuauhtémoc	Othón P. Blanco	18.299922, -88.644349
Centro De Desarrollo Infantil CENDI 1	Othón P. Blanco	18.519095, -88.308547
Centro De Desarrollo Infantil CENDI 2	Othón P. Blanco	18.518675, -88.3122
Preescolar Carmen Ramos del Río	Othón P. Blanco	18.193768, -88.982329
Telesecundaria Justo Sierra Méndez	Othón P. Blanco	18.495794, -88.393182

Plantel	Municipio	Coordenadas
Telesecundaria José Vasconcelos	Othón P. Blanco	18.533751, -88.317399
Preescolar Ignacio José de Allende	Othón P. Blanco	18.72501, -89.129649
Preescolar Jaime Torres Bodet	Othón P. Blanco	18.21508, -89.17789
Centro de Atención Infantil Socorro de Lourdes Azueta Marzuca	Othón P. Blanco	18.50386, -88.308879
Preescolar Guadalupe Victoria	Othón P. Blanco	17.958189, -89.229509
Preescolar Jaime Nuno	Othón P. Blanco	18.171133, -89.269784
Preescolar 12 de Enero	Othón P. Blanco	18.070774, -89.29948
María Montessori	Othón P. Blanco	18.511658, -88.570852
Preescolar José Joaquín Fernández de Lizardi	Solidaridad	20.62443, -87.0774
Preescolar Laura Méndez Cuenca	Solidaridad	20.65625, -87.07734
Preescolar Eulalia Guzmán	Solidaridad	20.518459, -87.235892
Preescolar Diana Laura Riojas	Solidaridad	20.640063, -87.071212
Preescolar Libertad	Solidaridad	20.642906, -87.069306
Preescolar 28 De Julio	Solidaridad	20.66123, -87.07285
Preescolar Indígena Agustín Melgar	Felipe Carrillo Puerto	19.402998, -88.132321
Primaria Indígena Jacinto Pat	Felipe Carrillo Puerto	20.153686, -88.157598
Telesecundaria Alfonso Arturo Ontiveros Carrillo	Felipe Carrillo Puerto	19.860171, -88.172638

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Coordenadas de las escuelas sujetas a intervenir con domo ligero.

Plantel	Municipio	Coordenadas
Secundaria General José Martí	Benito Juárez	21.200321, -86.835432
Secundaria Javier Rojo Gómez	Benito Juárez	21.17931, -86.85557
Primaria Efraín Santana Sánchez	Benito Juárez	21.18892, -86.85655
Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No.41	Benito Juárez	21.148767, -86.906293
Primaria Manuel Crescencio Rejón	Benito Juárez	21.14325, -86.864953
Primaria Melchor Ocampo	Benito Juárez	21.187258, -86.807946
Secundaria General No. 9 Jesús Reyes Heróles	Benito Juárez	21.173557, -86.844014
Secundaria Técnica No. 39 Ikal	Benito Juárez	21.153433, -86.927539
Secundaria 8 de Marzo	Benito Juárez	21.180423, -86.912081
Primaria Amado Nervo	Benito Juárez	21.15785, -86.913915
Primaria Francisco Hoil Torres	Benito Juárez	21.180461, -86.912
Primaria Santiago Pacheco Cruz	Othón P. Blanco	18.50979, -88.29482
Primaria Rufo Figueroa	Othón P. Blanco	18.51415, -88.30917
Primaria Álvaro Obregón	Othón P. Blanco	17.88698, -89.17097
Primaria Venustiano Carranza	Othón P. Blanco	17.99597, -89.3128
Primaria Centenario de la Revolución Mexicana	Othón P. Blanco	18.54417, -88.3013
Primaria Emiliano Zapata	Othón P. Blanco	18.55406, -88.46626
Primaria Cristóbal Colón	Othón P. Blanco	18.79641, -88.87744
Primaria de la Colonia Forjadores	Othón P. Blanco	18.513436, -88.332113
Secundaria Técnica No. 15 José Marrufo Hernández	Othón P. Blanco	18.513093, -88.326277
Cam. Educación Especial Artículo 14	Solidaridad	20.6401, -87.07174
Primaria Artículo Tercero Constitucional	Solidaridad	20.65263, -87.07905
Telesecundaria Iván Santos Escobar	Solidaridad	20.705068, -87.074633
Secundaria Ko'oten Kaambal	Solidaridad	20.66027, -87.051792

Plantel	Municipio	Coordenadas
Niños Héroes	Solidaridad	20.623369, -87.076878
Telesecundaria Mario Garrigos Bobadilla	Solidaridad	20.7406, -87.093033
Plantel Conalep 065	Cozumel	20.496199, -86.954504
Primaria Tulum	Tulum	20.212213, -87.48378
Primaria 21 de marzo	Tulum	20.489126, -87.737524
Primaria Octaviano Solís Aguirre	Tulum	20.213638, -87.463206
Centro de Estudios de Bachillerato 5/10. Rafael Ramírez Castañeda	Felipe Carrillo Puerto	20.213503, -87.463291
Primaria Rafael Ramírez Castañeda	Felipe Carrillo Puerto	19.956345, -88.344714
Secundaria Técnica No. 8 Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	20.193465, -88.365989
Colegio de Educación Profesional – Conalep 102	Felipe Carrillo Puerto	19.588193, -88.064339
Colegio de Bachilleres Tihosuco	Felipe Carrillo Puerto	20.195375, -88.366634
Secundaria Técnica No. 34 Ernesto Novelo y Novelo	Bacalar	18.689099, -88.392806
Colegio de Bachilleres	Bacalar	18.67883, -88.39676
Centro de Estudios de Bachilleres Justo Sierra Méndez 5/9	Bacalar	18.687655, -88.387111
Colegio de Bachilleres Maya Balam	Bacalar	18.937829, -88.403028
CAM Miguel Hidalgo y Costilla	José María Morelos	19.758199, -88.710514
Primaria Andrés Quintana Roo	Isla Mujeres	21.258028, -86.750071
Primaria Enrique Estrella Oxe	Isla Mujeres	21.224742, -86.853011
Colegio de Bachilleres	Isla Mujeres	21.242736, -86.737409
Colegio de Bachilleres Isla Mujeres	Isla Mujeres	21.231914, -86.854801
Secundaria Técnica No. 10 Francisco Zarco	Puerto Morelos	20.990426, -87.196432
Colegio de Bachilleres Puerto Morelos	Puerto Morelos	20.855087, -86.902117
Primaria José María Pino Suárez	Lázaro Cárdenas	21.350125, -87.430626

Plantel	Municipio	Coordenadas
Primaria Gregorio Torres Quintero	Lázaro Cárdenas	21.521814, -87.380051
Primaria Guadalupe Victoria	Lázaro Cárdenas	20.821654, -87.503945

Fuente: Elaboración propia con base en las ingenierías del Proyecto.

Tabla 37. Distribución de los planteles educativos

Municipio	# de planteles
Bacalar	6
Benito Juárez	21
Cozumel	1
Felipe Carrillo Puerto	8
Isla Mujeres	4
José María Morelos	6
Lázaro Cárdenas	5
Othón P. Blanco	23
Puerto Morelos	2
Solidaridad	12
Tulum	3
Total	91

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

4.4 Calendario de actividades

Concepto / Periodo	Enero 2024	Febrero 2025
Construcción de domos tipo arcotecho		
Preliminares		
Cimentación		
Estructura		
Albañilería y acabados		
Instalación eléctrica		
Instalación pluvial		
Trabajos previos y de mantenimiento por la construcción		
Construcción de domos tipo ligero		
Preliminares		
Cimentación		
Estructura de concreto		
Estructura metálica		
Faldón		
Adheridos		
Albañilería y acabados		
Instalaciones pluviales		
Instalaciones eléctricas		
Obras exteriores eléctricas		

. Fuente: Elaboración propia con base en el calendario de obra.

4.5 Monto total de inversión

El presupuesto de inversión asciende a **\$211,588,406.47** (doscientos once millones quinientos ochenta y ocho mil cuatrocientos seis 47/100 M.N) sin I.V.A., el cual se distribuye con base en lo mencionado en la sección anterior y en los principales componentes de inversión del Proyecto.

En los siguientes puntos se enlistan los principales componentes de inversión para la construcción de un domo arcotecho:

1. Preliminares: Incluye actividades previas al inicio de construcción como limpieza del terreno, trazo y nivelación para marcar la ubicación exacta del domo y proteger el área de trabajo para evitar riesgos.
2. Cimentación: Base sobre la cual se sostiene la estructura. Contempla actividades como la excavación del terreno y la colocación de zapatas, pilotes, losas de concreto y refuerzos de acero para dar soporte a la estructura y realizar el vertido y curado del concreto.
3. Estructura: Sistema que da soporte al domo. Las actividades abarcan la fabricación y montaje del arcotecho, la instalación de columnas y vigas principales, así como la unión de piezas estructurales mediante soldaduras o pernos.
4. Albañilería: Incluye labores de construcción y detalles que mejoran la apariencia del domo como la aplicación de acabados (pintura, revestimiento o selladores).
5. Instalaciones eléctricas: Considera la colocación de cableado y tuberías de construcción e instalación de luminarias, enchufes y tableros eléctricos y sistemas de seguridad (interruptores).
6. Instalaciones pluviales: Sistema diseñado para utilizar el agua de lluvia y evitar inundaciones.

Tabla 38. Descripción de la inversión de un domo arcotecho de 5x8 metros

Concepto	Monto
Preliminares	\$21,913.34
Cimentación	\$90,459.94
Estructura	\$832,874.86
Albañilería y Acabados	\$26,733.16
Instalaciones eléctricas	\$191,924.47
Instalaciones pluviales	\$238,541.98
Trabajos previos y de mantenimiento por la construcción	\$229,927.16
Subtotal de Presupuesto	\$1,632,374.91
IVA	\$261,179.99
Total	\$1.893.554.90

Fuente: Elaboración propia con base en información compartida de IFEEQROO.

A continuación, se describen las actividades que corresponden a la construcción de un domo ligero:

1. Preliminares: Incluye actividades previas al inicio de construcción como limpieza del terreno, trazo y nivelación para marcar la ubicación exacta del domo y protección del área de trabajo para evitar riesgos.
2. Cimentación: Base sobre la cual se sostiene la estructura. Contempla actividades como la excavación del terreno y la colocación de zapatas, pilotes, losas de concreto y refuerzos de acero para dar soporte a la estructura y realizar el vertido y curado del concreto.
3. Estructura: Sistema que da soporte al domo. Las actividades abarcan la fabricación y montaje del arcotecho, la instalación de columnas y vigas principales, así como la unión de piezas estructurales mediante soldaduras o pernos.
4. Estructura metálica: Se refiere a la fabricación de componentes metálicos, al montaje de la estructura metálica y a la revisión de las conexiones.
5. Faldón: Corresponde a la colocación del faldón y acabados de borde.

6. Adheridos: Instalación de elementos complementarios, fijación de placas y paneles adicionales, así como revisión de acabados.
7. Albañilería: Incluye labores de construcción y aquellos detalles que mejoran la apariencia del domo como la aplicación de acabados (pintura, revestimiento o selladores).
8. Instalaciones pluviales: Sistema diseñado para utilizar el agua de lluvia y evitar inundaciones.
9. Instalaciones eléctricas: Considera la colocación de cableado y tuberías de construcción e instalación de luminarias, enchufes y tableros eléctricos y sistemas de seguridad (interruptores).
10. Obra eléctrica exterior: Incluye las actividades de tendido de cableado exterior, colocación de postes y luminarias, pruebas ajustes finales.

Tabla 39. Descripción de la inversión de un domo ligero de 29.50x15.95 metros

Concepto	Monto
Preliminares	\$34,248.33
Cimentación	\$491,926.84
Estructura de concreto	\$239,909.09
Estructura metálica	\$1,219,372.29
Faldón	\$96,692.03
Adheridos	\$201,686.38
Albañilería y acabados	\$262,393.57
Instalaciones pluviales	\$213,438.34
Instalaciones eléctricas	\$69,701.20
Obra exterior eléctrica	\$89,584.18
Subtotal	\$2,918,952.25
IVA	\$467,032.36
Total	\$3,385,984.61

Fuente: Elaboración propia con base en información compartida de IFEEQROO.

4.6 Financiamiento

El financiamiento de los rubros de inversión requeridos para la realización de este proyecto tendrá exclusivamente origen estatal, es decir con recursos fiscales provenientes del estado de Quintana Roo.

Tabla 40. Fuentes de financiamiento del Proyecto.

Fuentes de financiamiento	
Federal	0%
Estatad	100%
Privado	0%

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Capacidad instalada

De acuerdo con las dimensiones del domo arcotecho (8m x 5m), el número de beneficiados varía de acuerdo con la actividad que se realice.

- Actividades generales (recreo, eventos escolares, ceremonias): 133 de pie durante el recreo.
- Actividades dirigidas (educación física, actividades culturales): 40 personas de manera simultánea.

Por otro el domo ligero tiene una mayor dimensión que el arcotecho (30x17), por lo que su capacidad es significativamente mayor.

- Actividades generales (recreo, eventos escolares): 1,700 personas
- Sentados: 1,020 personas

No obstante, del aforo máximo, todos los estudiantes de la escuela se beneficiarán directa o indirectamente del plantel durante algún periodo de los ciclos escolares por lo que capacidad total durante los 20 años del horizonte de evaluación es la siguiente:

Tabla 41. Capacidad instalada durante el horizonte de evaluación.

Año	Domos	Beneficiados
2024	-	-
2025	91	17,815
2026	91	18,075
2027	91	18,339
2028	91	18,607
2029	91	18,879
2030	91	19,155
2031	91	19,434
2032	91	19,718
2033	91	20,006
2034	91	20,298
2035	91	20,595
2036	91	20,895
2037	91	21,201
2038	91	21,510
2039	91	21,824
2040	91	22,143
2041	91	22,466
2042	91	22,794
2043	91	23,127
2044	91	23,465
2045	91	23,808

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación

Se espera alcanzar el 100% de uso de la capacidad máxima de los domos escolares durante el primer año de la implementación del Proyecto. Dadas las condiciones de la construcción y los objetivos, la infraestructura podrá albergar distintos tipos de actividades como físicas, culturales, educativas, entre otras, sin embargo, para efectos de la evaluación socioeconómica de este Proyecto no se establecen metas específicas en términos de producción de bienes y servicios, como suele hacerse en proyectos más tradicionales. No obstante, es posible identificar un equivalente en términos de provisión de servicios cuantificables al considerar la totalidad de los estudiantes que podrán hacer uso de los domos en distintos periodos de los años. Para este propósito, es relevante mencionar que, de acuerdo con la proyección de la población estudiantil realizada en el marco de la presente evaluación socioeconómica, se prevé que los 91 domos escolares beneficien aproximadamente a 17,815 estudiantes en el 2025 y a 23,808 estudiantes en el 2045.

Al considerar las cifras proyectadas de la población estudiantil en los 91 planteles escolares a lo largo del horizonte de evaluación, queda claro que los beneficios sociales del Proyecto se encuentran asociados a las mejoras en la calidad de la infraestructura de las escuelas, así como en la creación de un entorno que motive la asistencia escolar y la promoción de las actividades físicas en los planteles escolares.

4.9 Vida útil

La durabilidad de los domos está influenciada por las prácticas de mantenimiento, las condiciones ambientales, el reemplazo oportuno de componentes, los materiales empleados la estrategia empresarial y, fundamentalmente, el modo de utilización. Se prevé que el Proyecto alcance una longevidad aproximada de 20 años, aunque es factible prolongar este periodo mediante cuidados y preservación constante. Este enfoque refleja la visión de maximizar la eficiencia de costos y los beneficios sociales, al tiempo que se garantiza que la infraestructura cumpla su propósito a largo plazo. La implementación de medidas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como intervenciones mayores cuando sea necesario, contribuirá a preservar la funcionalidad, seguridad y calidad de la infraestructura a lo largo de los años.

4.10 Descripción de aspectos relevantes para determinar la viabilidad del Proyecto de Inversión

En esta sección, se analizarán las factibilidades técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado para evaluar la viabilidad del Proyecto.

4.10.1 Factibilidad Técnica

En cuanto a la factibilidad técnica del proyecto de construcción de domos escolares en Quintana Roo, se ha realizado un análisis exhaustivo de las condiciones de los terrenos y las infraestructuras existentes, y se han identificado las principales variables que podrían influir en la ejecución de las obras. Los estudios preliminares confirman que es posible llevar a cabo la construcción sin dificultades técnicas significativas, siempre y cuando se cumpla con las especificaciones adecuadas de diseño y materiales. Además, se han previsto los recursos necesarios para garantizar la estabilidad y durabilidad de los domos, considerando las condiciones climáticas de la región. En conclusión, la factibilidad técnica respalda la viabilidad del proyecto, con los ajustes y especificaciones pertinentes que pueden surgir durante la fase de ejecución.

4.10.2 Factibilidad Legal

El análisis de factibilidad legal incluye una evaluación de su conformidad con las disposiciones legales a nivel federal, estatal y municipal. Este proceso supone un análisis detallado de todos los aspectos legales y regulatorios relacionados con la ubicación construcción y puesta en marcha de los domos escolares. El análisis de la factibilidad legal tiene como objetivo asegurar que el Proyecto se ajuste a las normativas y regulaciones aplicables, y minimizar los riesgos de litigios y conflictos legales futuros.

4.10.3 Factibilidad Ambiental

En cuanto a la factibilidad ambiental del proyecto, los análisis realizados indican que al tratarse de infraestructura ya impactada, la construcción de los domos escolares puede desarrollarse sin generar impactos negativos significativos al medio ambiente. Se han considerado diversos factores, como la preservación de los ecosistemas locales, la gestión del agua y el manejo adecuado de los residuos durante la construcción. Además, se han identificado las mejores prácticas para minimizar el impacto en las áreas cercanas a las escuelas y para garantizar el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes. La factibilidad ambiental confirma que el proyecto puede avanzar sin contravenir los estándares de sostenibilidad, con la implementación de las medidas de mitigación y seguimiento apropiadas.

4.10.4 Factibilidad de Mercado

En relación con la factibilidad de mercado para el proyecto de construcción de domos escolares en Quintana Roo, se ha determinado que este análisis no aplica en este caso específico, ya que el Proyecto no tiene una orientación comercial directa ni depende de la dinámica de oferta y demanda de bienes o servicios en el mercado. El objetivo principal del Proyecto es mejorar la infraestructura educativa y fomentar el bienestar de los estudiantes, por lo que no está sujeto a la fluctuación de precios ni a la competencia en el mercado. Además, al tratarse de una iniciativa pública con fines sociales, no se requiere una evaluación de mercado tradicional.

4.11 Análisis de la oferta

Si bien, en la situación con Proyecto, la cantidad de planteles escolares no varía, tras la instalación de 42 domos arcotecho y 49 domos ligero, hay una notable mejoría con respecto a la calidad de la infraestructura en dichas escuelas.

En este sentido, aunque la ejecución del Proyecto no modifica el número total de planteles escolares en Quintana Roo, sí genera un impacto significativo en la calidad de la infraestructura educativa. Esto refuerza la oferta educativa ya existente, descrita en la sección 2.2 (*Análisis de la oferta en la Situación Actual*), manteniendo la misma cantidad de planteles educativos, pero mejorando sustancialmente las condiciones en que los estudiantes y docentes desarrollan sus actividades académicas, culturales y deportivas. Así, las escuelas beneficiadas con un domo dentro de sus instalaciones consolidan una oferta educativa más completa y funcional.

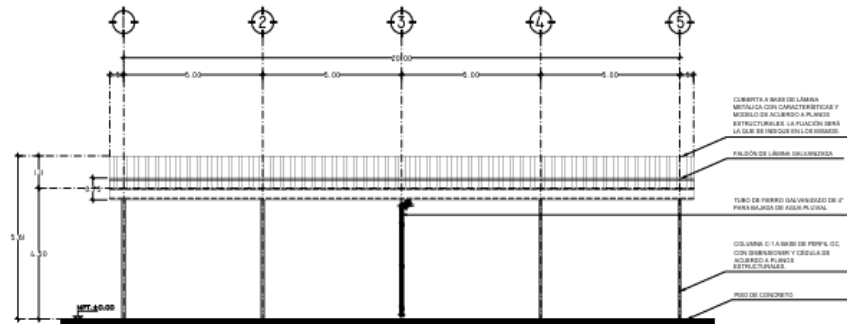
Esto se refleja en las escuelas que, tras la implementación del Proyecto, cuentan con un domo como parte de sus instalaciones, tal como se detalla a continuación:

Tabla 42. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación con Proyecto.

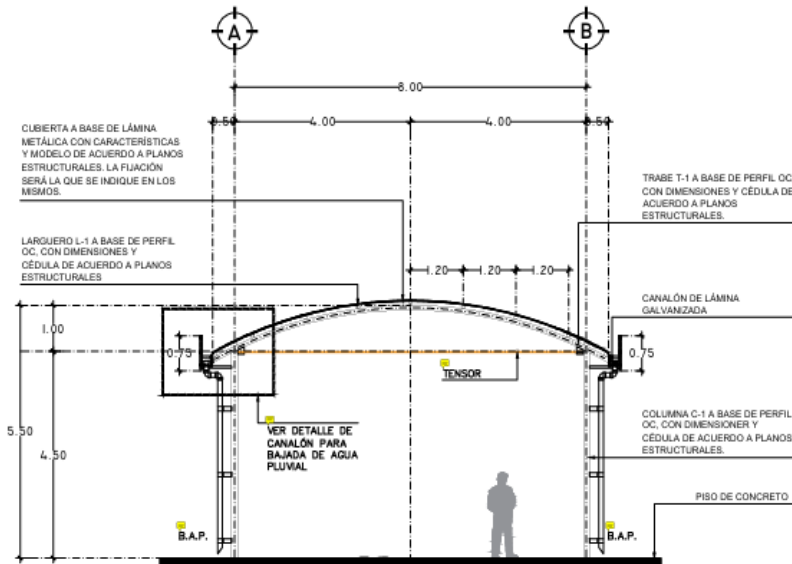
Municipio	# de planteles
Bacalar	81
Benito Juárez	217
Cozumel	21
Felipe Carrillo Puerto	162
Isla Mujeres	14
José María Morelos	92
Lázaro Cárdenas	45
Othón P. Blanco	185
Puerto Morelos	12
Solidaridad	79
Tulum	27
Total	935

Fuente: Instituto de Infraestructura Física del Estado de Quintana Roo (IFEQROO)

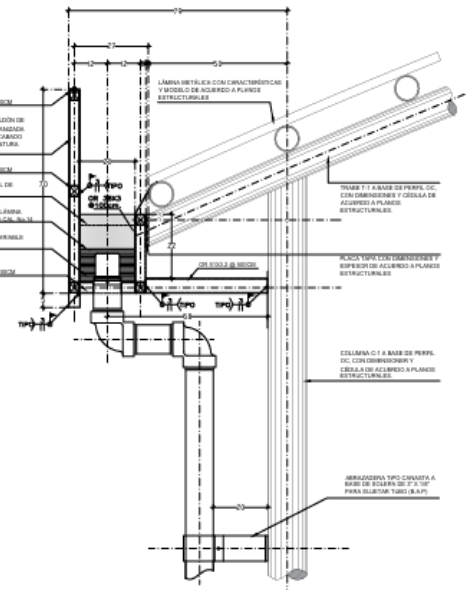
Figura 21. Plano domo arcotecho



ALZADO LATERAL



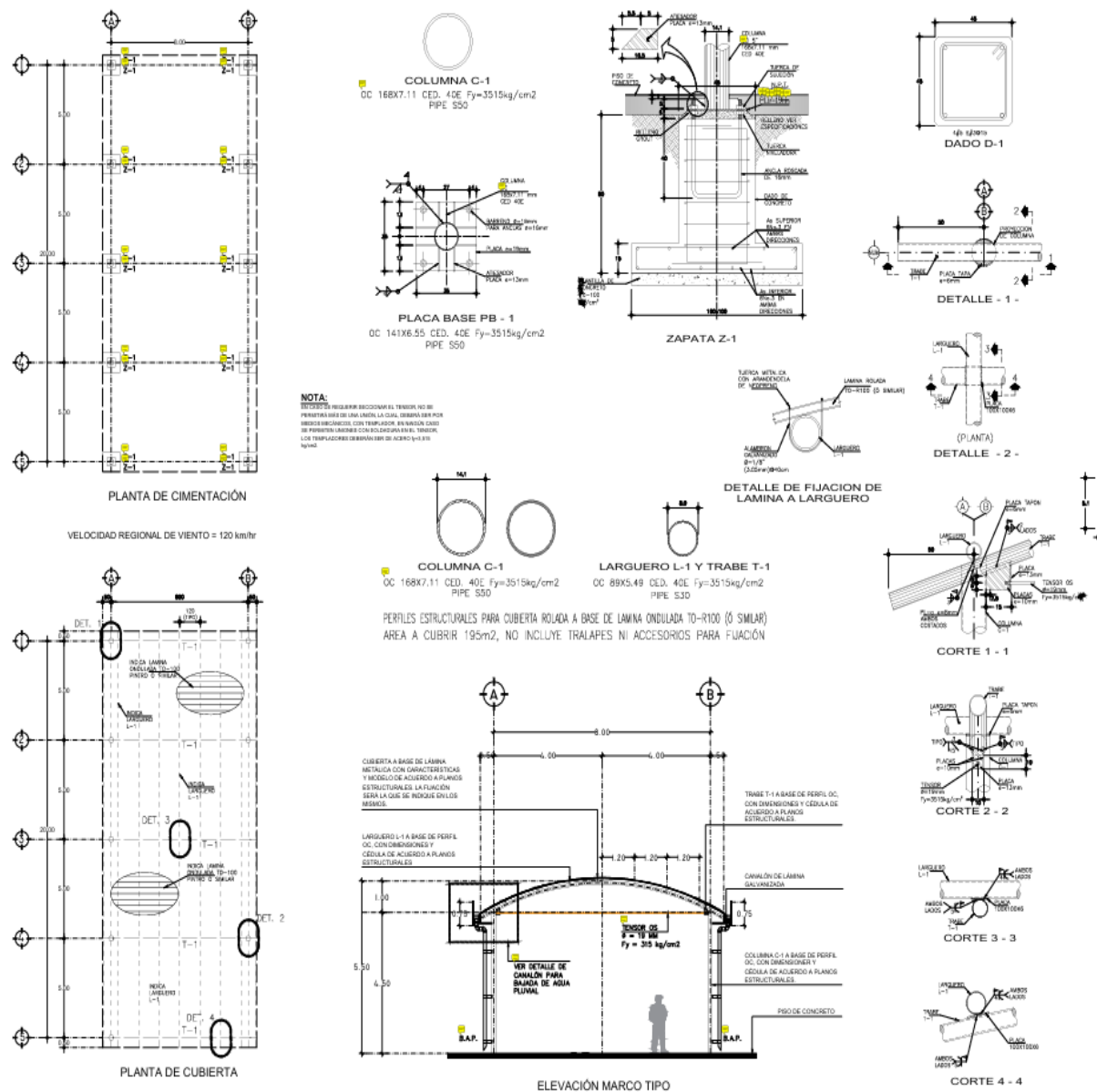
CORTE A-A'



DETALLE DE CANALÓN PARA BAJADA DE AGUA PLUVIAL

Fuente: IFEQROO.

Figura 22. Plano domo arcotecho



Fuente: IFEQROO.

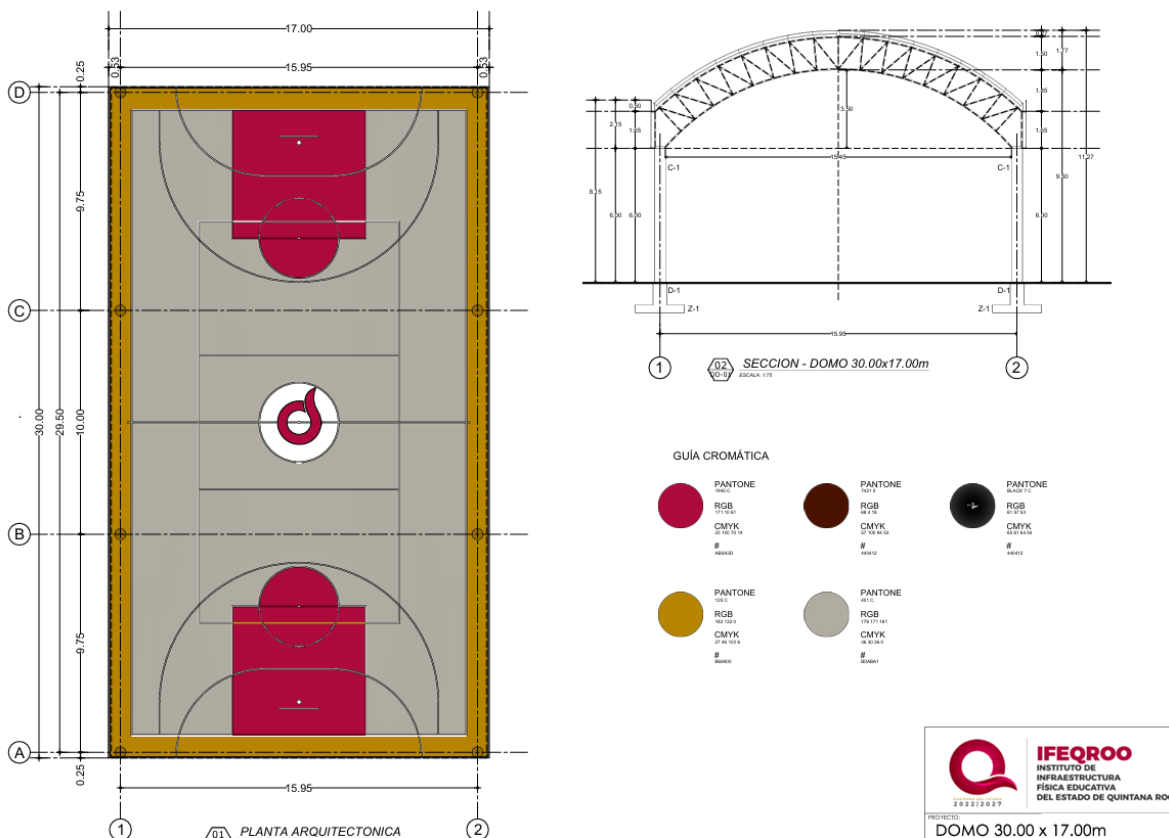
En la figura 20 (vista superior del domo) se muestra la distribución de los elementos estructurales. Los largueros, traveses y lámina metálica se presentan en la base a fin de asegurar una adecuada fijación y soporte. El diseño presenta también la disposición de las láminas y cómo éstas se fijan a los largueros mediante tornillos autorroascantes.

En la figura 21 (alzado lateral del domo) se observa la altura total y la distribución de las columnas. Resalta el uso de canalones de lámina galvanizada para la conducción de aguas pluviales, lo que garantiza un sistema de drenaje eficiente. El corte A-A' da una visión transversal de la estructura interna con la fijación de los largueros y la pendiente necesaria para la evacuación de agua. En esta sección también se detallan los componentes del canalón, entre ellos, como éste se fija a la cubierta.

La figura 22 muestra la planta de cimentación en donde se instalan las zapatas y los dados de concreto que soportarán las columnas principales. Las dimensiones y la ubicación están diseñadas para garantizar la estabilidad del domo frente al viento. En la imagen, también observa la integración de columnas, largueros y traveses para ilustrar el ensamblaje.

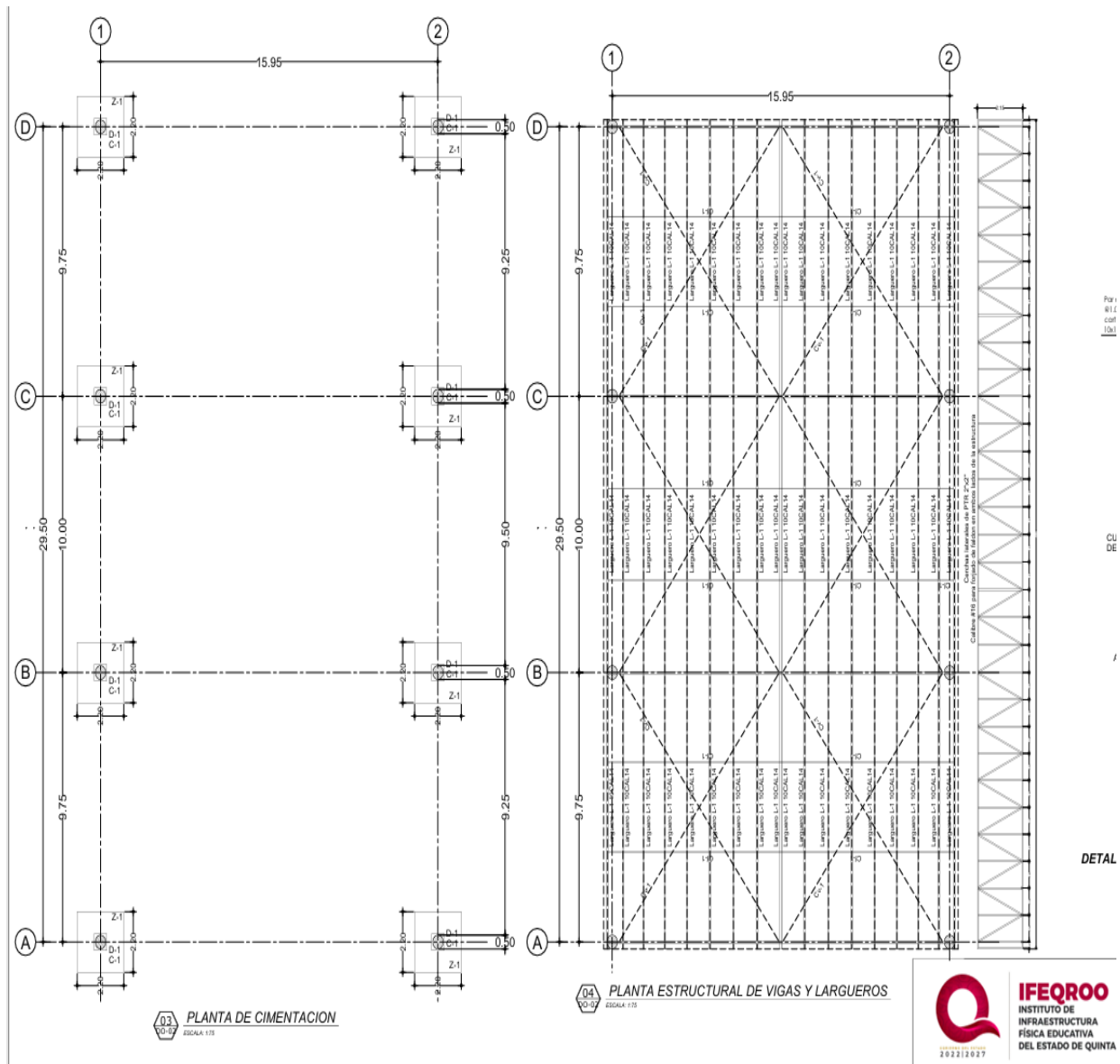
— Características domo ligero

Figura 23. Plano domo ligero



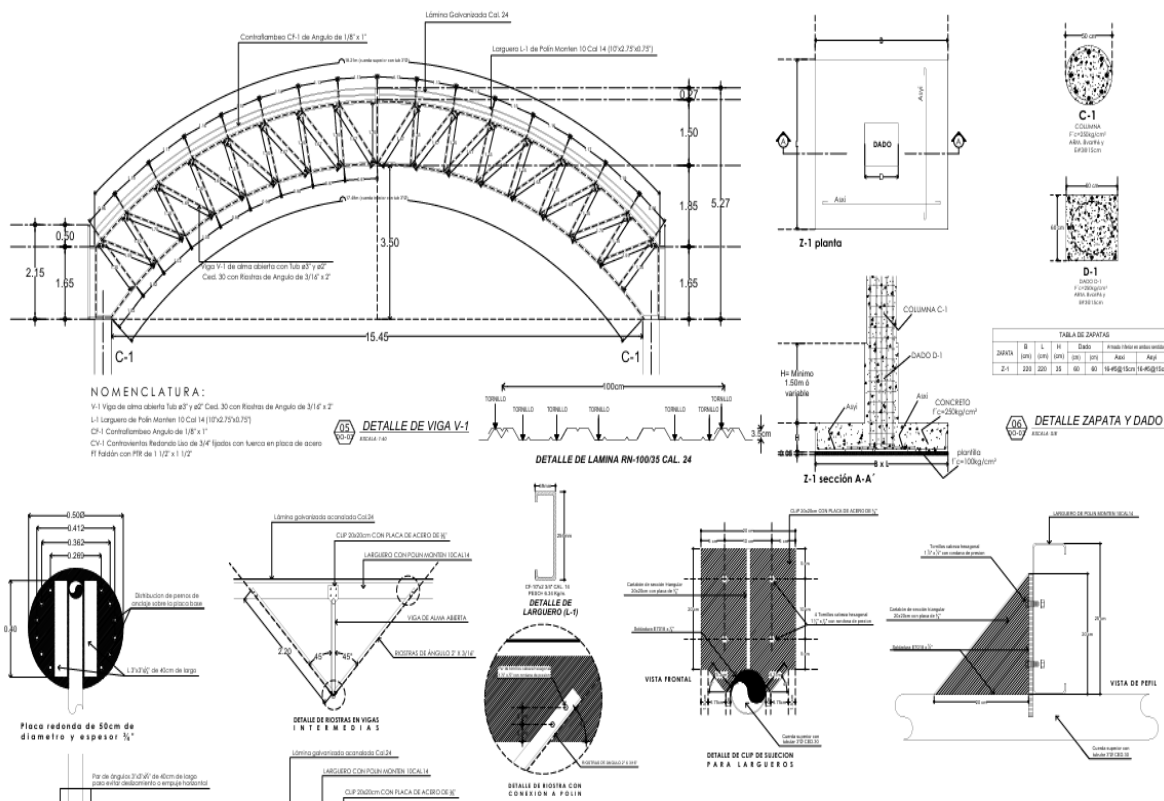
Fuente: IFEQROO.

Figura 24. Plano domo ligero



Fuente: IFEQROO.

Figura 25. Plano domo ligero



Fuente: IFEQROO.

En la figura 23 se muestra una cancha techada, la cual incluye una guía cromática con los colores que se utilizarán en el Proyecto para líneas, acabados y delimitaciones de áreas.

En la figura 24 se observa la planta de cimentación y estructura en donde se detalla la distribución de zapatas y columnas, así como la estructura de vigas y largueros que conforman el soporte del domo. Destaca el contraventeo horizontal, lo que sugiere medidas específicas para garantizar la estabilidad lateral.

En la figura 25 se presentan algunos detalles técnicos, así como secciones y detalles constructivos, entre ellos, las uniones entre columnas, vigas y elementos de anclaje. También se observa la zapata y dado para justificar la estabilidad estructural del domo.

Finalmente, la oferta en la situación con Proyecto en los 91 planteles contaría con una calidad muy buena debido al uso de los materiales y la calidad del proceso constructivo empleados en los domos que garantizan su durabilidad y resistencia durante la vida útil de la infraestructura.

En conclusión, la oferta educativa en la situación con Proyecto mejora significativamente en términos de calidad gracias a la instalación de domos escolares en 91 planteles. Esta mejora se debe al empleo de materiales de alta calidad y a un proceso constructivo que asegura la durabilidad y resistencia de la infraestructura a lo largo de su vida útil. Estas características no solo garantizan espacios funcionales y seguros para actividades académicas, deportivas y culturales, sino que también contribuyen al fortalecimiento de la percepción positiva sobre la infraestructura educativa en el estado. A continuación, se presenta una tabla que detalla el número de escuelas beneficiadas y la calidad de las instalaciones resultantes tras la implementación del Proyecto.

Tabla 43. Oferta en la Situación sin Proyecto

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de techo	Calidad de la infraestructura ⁹
2025	91	91	Muy Buena
2026	91	91	Muy Buena
2027	91	91	Muy Buena
2028	91	91	Muy Buena
2029	91	91	Muy Buena
2030	91	91	Muy Buena
2031	91	91	Muy Buena
2032	91	91	Muy Buena
2033	91	91	Muy Buena
2034	91	91	Muy Buena
2035	91	91	Muy Buena
2036	91	91	Muy Buena
2037	91	91	Muy Buena
2038	91	91	Muy Buena
2039	91	91	Muy Buena
2040	91	91	Muy Buena
2041	91	91	Muy Buena
2042	91	91	Muy Buena
2043	91	91	Muy Buena
2044	91	91	Muy Buena
2045	91	91	Muy Buena

Fuente: Elaboración propia.

4.12 Análisis de la demanda

La demanda mencionada en la sección 2.3 (*Análisis de la demanda en la Situación Actual*), es la misma para este apartado. Esto se debe a que la implementación del Proyecto no considera un cambio en la proyección del número de estudiantes que hay en los 91 planteles escolares.

⁹ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

4.13 Interacción oferta-demanda

Con la implementación del Proyecto, los 91 planteles escolares contarán con domos de muy buena calidad frente a condiciones climatológicas propias del estado como el calor y las lluvias. El proyecto permitirá que las actividades al aire libre puedan desarrollarse prácticamente sin interrupciones durante todo el año, lo que favorece el aprovechamiento de los espacios exteriores y enriquece la experiencia educativa promoviendo actividades deportivas, culturales y recreativas en cualquier época.

Tabla 44. Interacción Oferta-Demanda

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de domos	# de estudiantes	Calidad de la infraestructura¹⁰
2024	91	91	17,559	Muy Baja
2025	91	91	17,815	Muy Buena
2026	91	91	18,075	Muy Buena
2027	91	91	18,339	Muy Buena
2028	91	91	18,607	Muy Buena
2029	91	91	18,879	Muy Buena
2030	91	91	19,155	Muy Buena
2031	91	91	19,434	Muy Buena
2032	91	91	19,718	Muy Buena
2033	91	91	20,006	Muy Buena
2034	91	91	20,298	Muy Buena
2035	91	91	20,595	Muy Buena
2036	91	91	20,895	Muy Buena
2037	91	91	21,201	Muy Buena
2038	91	91	21,510	Muy Buena
2039	91	91	21,824	Muy Buena
2040	91	91	22,143	Muy Buena
2041	91	91	22,466	Muy Buena
2042	91	91	22,794	Muy Buena
2043	91	91	23,127	Muy Buena
2044	91	91	23,465	Muy Buena
2045	91	91	23,808	Muy Buena

Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

A lo largo del periodo proyectado, se observa una notable mejora en la calidad de las instalaciones, clasificándose como “Muy Buena” durante todos los años. Esto representa un avance significativo respecto a la Situación Actual, donde las actividades se veían limitadas por la falta de protección adecuada. Los domos no solo ofrecen un resguardo seguro y resistente ante las condiciones climáticas extremas, sino que también permiten un entorno óptimo para el desarrollo escolar integral promoviendo actividades deportivas, culturales y recreativas en cualquier época del año.

5. Evaluación del Proyecto de Inversión

Los beneficios del Proyecto se extienden a lo largo de su vida útil, la cual se estima en 20 años (*ver sección 4.9 del presente estudio*). Por esta razón, la evaluación del proyecto incluye flujos de beneficios y costos con valores que varían en el tiempo, lo que requiere el uso de una tasa de descuento. De conformidad con los “Lineamientos para la Elaboración y Presentación de los Análisis Costo y Beneficio de Programas y Proyectos de Inversión”, establecidos por la Unidad de Inversiones de la Subsecretaría de Egresos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, esta evaluación considera una tasa de descuento del 10%. Ésta se basa en la metodología propuesta por Arnold Harberger (1972), cuenta con el respaldo del Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional y es determinada por la misma Unidad de Inversiones de la SHCP.

Para determinar la rentabilidad del Proyecto se considera el indicador del Costo Anual Equivalente (CAE). La evaluación y cálculo de esta métrica será presentada en la sección “Cálculo de indicadores de rentabilidad”.

Para este proyecto, se seleccionó el Análisis Costo-Eficiencia como método de evaluación, ya que, aunque los beneficios de este pueden ser claramente identificados, su valoración monetaria resulta compleja debido a su naturaleza predominantemente intangible. Este enfoque permite determinar la relación entre los costos asociados a la implementación del proyecto y los resultados esperados, brindando una herramienta objetiva para justificar la inversión.

– Costos

- Inversión y
- Mantenimiento preventivo y correctivo.

– **Beneficios No Cuantificables**

- Protección climática,
- Incentivo a la asistencia y el rendimiento académico e
- Implementación de actividades físicas para mejorar la salud de los estudiantes.

5.1 Identificación, cuantificación y valoración de los costos del Proyecto

5.1.1 Inversión

Los montos de inversión corresponden a precios sociales y constantes (referenciados al año 2024) y el flujo de los costos se genera de acuerdo con la información descrita en las secciones 3.4 *Calendario de inversión* y 3.5 *Monto total de la inversión*. El calendario de inversión del proyecto no contempla erogaciones durante la etapa operativa, es decir, durante la vida útil del Proyecto.

Los montos que se presentan a continuación no incluyen IVA, en sintonía con lo dispuesto en los lineamientos, en los cuales se establece que para la cuantificación monetaria de los costos y beneficios de la evaluación socioeconómica no se debe incluir o considerar ningún impuesto, subsidio o arancel.

El calendario se divide de la siguiente forma:

Tabla 45. Calendario de Inversión.

Concepto/Año	2025
Monto	\$211,588,406.63
Porcentaje	100%

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo

Los montos se establecen de acuerdo con el tipo de domo, es decir, arcotecho y ligero. Los 42 domos arcotecho tienen un costo de inversión de \$68,559,746.38 y los 49 domos ligero se contabilizan en \$143,028,660.25. En las siguientes tablas se muestra el desglose por cada tipo de domo.

Tabla 46. Descripción de la inversión de 42 domos arcotecho de 5x8 metros

Concepto	Monto
Preliminares	\$920,360.28
Cimentación	\$3,799,317.48
Estructura	\$34,980,744.12
Albañilería y Acabados	\$1,122,792.72
Instalaciones eléctricas	\$8,060,827.74
Instalaciones pluviales	\$10,018,763.16
Trabajos previos y de mantenimiento por la construcción	\$9,656,940.72
Subtotal de Presupuesto	\$68,559,746.22
IVA	\$10,969,559.58
Total	\$79,529,305.80

Fuente: Elaboración propia con base en información compartida de IFEEQROO

Tabla 47. Descripción de la inversión de 49 domos ligero de 29.50x15.95 metros

Concepto	Monto
Preliminares	\$1,678,168.17
Cimentación	\$24,104,415.16
Estructura de concreto	\$11,755,545.41
Estructura metálica	\$59,749,242.21
Faldón	\$4,737,909.47
Adheridos	\$9,882,632.62
Albañilería y acabados	\$12,857,284.93
Instalaciones pluviales	\$10,458,478.66
Instalaciones eléctricas	\$3,415,358.80
Obra exterior eléctrica	\$4,389,624.82
Subtotal	\$143,028,660.25
IVA	\$22,884,585.64
Total	\$165,913,245.89

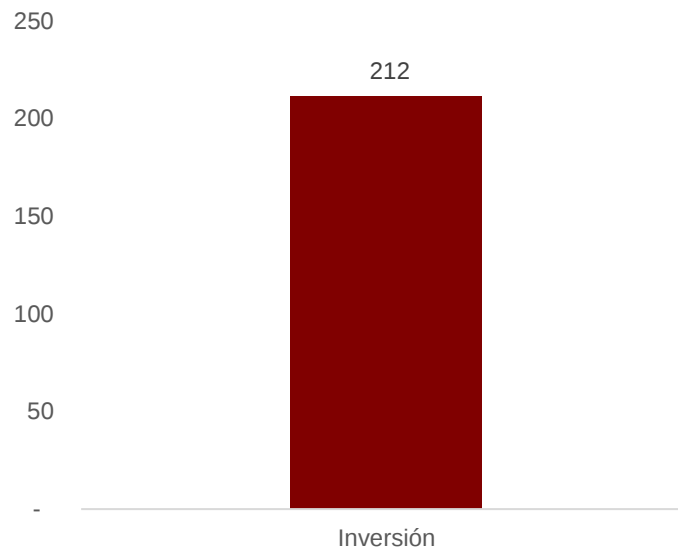
Fuente: Elaboración propia con base en información compartida de IFEEQROO.

En monto total de inversión sin IVA se contabiliza en \$211,588,406.47, el cual será ejercido durante 2025.

La siguiente gráfica muestra la dinámica prevista para los costos de inversión del Proyecto:

Gráfica 15. Costos de Inversión del Proyecto

(cifras en millones de pesos sin IVA).



Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo

5.1.2 Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento representan una parte significativa de los gastos totales de un proyecto durante su ciclo de vida. Su importancia radica en lo siguiente:

- **Estimación del costo total del Proyecto:** Incluir los costos de mantenimiento en el análisis permite tener una visión completa de cuánto costará el proyecto a lo largo de su vida útil. Esto evita presiones financieras y asegura que se contemplen todos los gastos asociados, no solo los iniciales,
- **Viabilidad financiera a largo plazo:** Un proyecto es viable si puede sostenerse económicamente durante todo su ciclo de vida. Calcular los

costos de mantenimiento permite evaluar si habrá recursos suficientes para mantener la infraestructura operativa en el futuro

- **Comparación de alternativas:** Los costos de mantenimiento ayudan a comparar diferentes opciones de diseño o materiales. Por ejemplo, aunque una alternativa pueda ser más barata inicialmente, si requiere mucho mantenimiento, podría ser más costosa a largo plazo y
- **Optimización de recursos:** Conocer los costos de mantenimiento permite planificar mejor el uso de los recursos. Esto asegura que las actividades de mantenimiento se realicen de manera eficiente, prolongando la vida útil de la infraestructura y maximizando el retorno de inversión.

El mantenimiento preventivo y correctivo en ambos tipos de domo es fundamental para garantizar la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura, optimizar la inversión y asegurar la operatividad del Proyecto. A continuación, se presenta más información al respecto

– **Mantenimiento Preventivo**

Se realiza de forma regular y programada para evitar problemas futuros. Entre sus objetivos destacan los siguientes:

- Prolongación de la vida útil de la estructura: Mantener los materiales en buen estado (limpios, libres de corrosión o desgaste) para prevenir daños mayores.
- Reducción de costos a largo plazo: Detectar y solucionar pequeñas anomalías a tiempo evita reparaciones costosas o reemplazos completos.
- Previene riesgos a los usuarios: Un domo en buen estado minimiza riesgos de desprendimiento, colapso o filtraciones que podrían generar accidentes.
- Mantiene la estética: Una limpieza regular y el cuidado de la pintura y/o recubrimientos asegura que el domo siga cumpliendo con un estándar visual adecuado.

Mantenimiento Correctivo

Se realiza cuando se han identificado daños o fallas en la estructura. Entre sus objetivos se encuentran los siguientes:

- Recupera la funcionalidad del domo: Reparar problemas como filtraciones, deformaciones o daños estructurales garantiza que el domo siga cumpliendo su propósito, ya sea de protección o de soporte.
- Evita el deterioro progresivo: Los problemas no atendidos pueden empeorar con el tiempo, lo que daña la estructura.
- Protección de personas y bienes: Solucionar fallas estructurales evita accidentes que podrían poner en peligro a quienes usan las instalaciones o los bienes que se protegen bajo el domo.

Los costos de mantenimiento son distintos para cada tipo de domo. En la siguiente tabla se muestran los costos unitarios por el tipo de mantenimiento.

Tabla 48. Costos por tipo de mantenimiento y domo

Tipo de Domo	Tipo de Mantenimiento	Costo
Arcotecho	Preventivo	77,183.26
	Correctivo	438,430.68
Ligero	Preventivo	275,844.55
	Correctivo	731,254.88

Fuente: Elaboración propia con estimaciones compartidas por el IFEQROO.

A continuación, se presenta la proyección anual de los costos de operación y mantenimiento durante el horizonte de evaluación del Proyecto:

Tabla 49. Flujo de los costos de mantenimiento del Proyecto

	Arcotecho	Ligero	Total
2025	-	-	-
2026	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2027	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2028	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2029	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2030	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2031	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2032	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2033	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2034	21,655,785	49,347,872	71,003,658
2035	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2036	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2037	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2038	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2039	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2040	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2041	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2042	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2043	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2044	3,241,697	13,516,383	16,758,050
2045	21,655,785	49,347,872	71,003,658

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del Proyecto

La construcción de domos escolares en Quintana Roo es una inversión estratégica que permitirá mejorar el entorno educativo y la calidad de la infraestructura en los planteles con impactos que trascienden los beneficios tangibles. Estos domos proporcionan espacios adecuados para actividades físicas, culturales y sociales, incluso en condiciones climatológicas adversas como temperaturas elevadas y lluvia intensa.

5.2.1 Beneficios por protección respecto a las condiciones climatológicas

En Quintana Roo, las temperaturas elevadas, especialmente durante la temporada de primavera y verano, pueden superar los 37 °C con índice de humedad que incrementan la sensación térmica. Estas condiciones climáticas extremas afectan de manera significativa la comodidad, el rendimiento y la salud de los estudiantes durante las actividades escolares al aire libre. La exposición prolongada al sol puede derivar en problemas como golpes de calor, deshidratación, agotamiento y hasta quemaduras solares, particularmente en niños.

Las altas temperaturas afectan la capacidad cognitiva, ya que el cuerpo dedica más energía a regular su temperatura, disminuyendo la concentración, el aprendizaje y el rendimiento en general. La creación de espacios más frescos mediante domos permite mantener condiciones óptimas para la enseñanza y el aprendizaje mediante diversas actividades físicas en el exterior para desarrollar actividades deportivas, artísticas y culturales de los estudiantes. Las actividades bajo el sol intenso pueden ser físicamente agotadoras y dañinas. Los domos reducen la exposición solar, haciendo que las actividades sean más seguras y disfrutables. Esto también mejora el estado de ánimo, ya que los estudiantes pueden participar activamente sin incomodidad ni riesgos.

Por otro lado, Quintana Roo enfrenta una temporada de lluvias prolongada y una alta incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. Entre mayo y noviembre, las lluvias torrenciales y vientos fuertes son comunes, afectando la operatividad de las escuelas y exponiendo a los estudiantes a riesgos considerables.

Durante la temporada de lluvias, muchas escuelas deben suspender sus actividades por falta de infraestructura adecuada. Los domos permiten que las actividades escolares y extracurriculares continúen sin interrupciones, incluso durante precipitaciones intensas, ya que debido a su diseño pueden soportar fuertes vientos y lluvias y actúan como barreras protectoras contra daños estructurales, reduciendo el riesgo para los estudiantes y el personal escolar. Adicionalmente, en situaciones de emergencia, pueden servir como refugios temporales, lo que beneficia no solo a la comunidad escolar, sino también a las familias que viven en áreas cercanas a las escuelas.

5.2.2 Beneficios por Fomento de la Actividad Física Continua

La instalación de domos ofrece un entorno controlado que permite a los estudiantes realizar actividades físicas sin interrupciones, contribuyendo a la formación de hábitos saludables y a la prevención de enfermedades relacionadas con el sedentarismo.

La práctica regular de actividad física bajo condiciones adecuadas ayuda a prevenir el sobrepeso y la obesidad infantil, que afectan a aproximadamente el 25% de los niños del estado. Además, disminuye el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión y problemas cardiovasculares al incentivar el movimiento diario y reducir el tiempo sedentario.

También la actividad física es una herramienta efectiva para combatir el estrés y la ansiedad, problemas comunes entre los niños y adolescentes, especialmente en contextos postpandemia. Los domos permiten actividades recreativas seguras que ayudan a liberar tensiones y mejorar el bienestar emocional de los estudiantes.

Con esta medida se cumplirá con un objetivo planteado en el Plan Estatal de Desarrollo en donde se busca *emprender programas cuya meta sea impulsar la práctica del deporte como una actividad que prevenga problemas de salud, fomente la convivencia sana y fortalezca el tejido social, mediante estrategias novedosas diseñadas a partir de las particularidades de cada grupo de la población.*

5.2.3 Beneficios por Reducción de Ausentismo Escolar

La incorporación de domos escolares permite el desarrollo de actividades académicas, culturales y deportivas, incluso en condiciones climáticas adversas.

Según datos de la SEP, los altos niveles de ausentismo están asociados con menores tasas de rendimiento académico y una mayor probabilidad de abandono escolar. Al garantizar espacios adecuados durante todo el año, los domos escolares promueven una mayor regularidad en la asistencia, especialmente en las temporadas de lluvia o de calor extremo. La OMS ha señalado que el ambiente físico escolar influye considerablemente en el rendimiento académico, ya que un entorno seguro y cómodo mejora la atención, la memoria y la capacidad de resolución de problemas.

Los domos también permiten la realización de actividades extracurriculares como talleres, eventos culturales y deportivos durante todo el año, lo que fomenta la integración escolar y refuerza habilidades blandas como el trabajo en equipo, la disciplina y la resiliencia. Estas actividades están relacionadas con un mayor compromiso escolar lo que conlleva a una menor tasa de ausentismo y abandono escolar.

5.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

En seguimiento a las directrices de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para la elaboración del Análisis Costo-Eficiencia, se presenta el costo anual equivalente tanto para la alternativa seleccionada como para la alternativa desechada del Proyecto, con el objetivo de comparar el ahorro anual entre ambas. A continuación, se detalla la metodología para su cálculo.

– Costo Anual Equivalente

El Costo Anual Equivalente se utiliza para seleccionar entre alternativas de proyectos que tienen vidas útiles distintas. La diferencia entre Valor Presente Neto (VPN) y CAE consiste en que el primer criterio se consideran los costos y los beneficios que el proyecto genera, en tanto que en el CAE sólo se consideran los costos. Para aplicarlo se requiere de la siguiente fórmula:

$$CAE = VPC * \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Donde VPC representa el valor presente de los costos, r la tasa social de descuento y el término n denota el número de años en el horizonte de evaluación, que en este caso es de 20 años. La tasa de descuento social (establecida por la SHCP) es de 10% anual.

El flujo de costos para el cálculo del CAE entre ambas alternativas se presenta a continuación:

Tabla 50. Flujo de Costos de la Alternativa Seleccionada.

Año	HE	Inversión	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Total	VPC ¹¹
2025	0	211,588,407	-	-	211,588,407	211,588,407
2026	1	-	13,516,383	-	14,446,221	13,133,291
2027	2	-	13,516,383	-	14,446,221	11,939,356
2028	3	-	13,516,383	-	14,446,221	10,853,960
2029	4	-	13,516,383	-	14,446,221	9,867,236
2030	5	-	13,516,383	-	14,446,221	8,970,215
2031	6	-	13,516,383	-	14,446,221	8,154,741
2032	7	-	13,516,383	-	14,446,221	7,413,401
2033	8	-	13,516,383	-	14,446,221	6,739,455
2034	9	-	13,516,383	-	14,446,221	6,126,777
2035	10	-	13,516,383	46,763,429	61,210,050	23,599,124
2036	11	-	13,516,383	-	14,446,221	5,063,452
2037	12	-	13,516,383	-	14,446,221	4,603,139
2038	13	-	13,516,383	-	14,446,221	4,184,671
2039	14	-	13,516,383	-	14,446,221	3,804,247
2040	15	-	13,516,383	-	14,446,221	3,458,406
2041	16	-	13,516,383	-	14,446,221	3,144,006
2042	17	-	13,516,383	-	14,446,221	2,858,187
2043	18	-	13,516,383	-	14,446,221	2,598,352
2044	19	-	13,516,383	-	14,446,221	2,362,138
2045	20	-	13,516,383	46,763,429	61,210,050	9,098,484

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo.

¹¹ Valor Presente de los Costos

Tabla 51. Flujo de Costos de la Alternativa Desechada.

Año	HE	Inversión	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Total	VPC
2025	0	211,588,407	-	-	211,588,407	211,588,407
2026	1	-	13,516,383	-	14,446,221	13,133,291
2027	2	-	13,516,383	-	14,446,221	11,939,356
2028	3	-	13,516,383	-	14,446,221	10,853,960
2029	4	-	13,516,383	-	14,446,221	9,867,236
2030	5	-	13,516,383	-	14,446,221	8,970,215
2031	6	-	13,516,383	-	14,446,221	8,154,741
2032	7	-	13,516,383	-	14,446,221	7,413,401
2033	8	-	13,516,383	-	14,446,221	6,739,455
2034	9	-	13,516,383	-	14,446,221	6,126,777
2035	10	-	13,516,383	46,763,429	61,210,050	23,599,124
2036	11	-	13,516,383	-	14,446,221	5,063,452
2037	12	-	13,516,383	-	14,446,221	4,603,139
2038	13	-	13,516,383	-	14,446,221	4,184,671
2039	14	-	13,516,383	-	14,446,221	3,804,247
2040	15	-	13,516,383	-	14,446,221	3,458,406
2041	16	-	13,516,383	-	14,446,221	3,144,006
2042	17	-	13,516,383	-	14,446,221	2,858,187
2043	18	-	13,516,383	-	14,446,221	2,598,352
2044	19	-	13,516,383	-	14,446,221	2,362,138
2045	20	-	13,516,383	46,763,429	61,210,050	9,098,484

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo.

– Indicadores de rentabilidad del Proyecto

Con base en los flujos de costos, se calculó el CAE para ambas alternativas, con el objetivo de confirmar que la opción seleccionada es más eficiente en términos de costos para el estado, al tiempo que proporciona los mismos beneficios al resolver la problemática identificada.

Tabla 52. Indicadores de Rentabilidad.

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
CAE Alternativa Seleccionada	\$42,233,905
CAE Alternativa Desechada	\$51,660,118
Ahorro Anual entre Alternativas	\$9,366,213

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo.

El análisis comparativo de las alternativas presentadas en el Proyecto refleja un ahorro significativo al optar por la alternativa seleccionada. Con un CAE de \$42,233,905, esta opción es considerablemente más eficiente que la alternativa desechada, cuyo CAE asciende a \$51,660,118. La diferencia de \$9,366,213 representa un ahorro anual importante para las finanzas públicas de Quintana Roo, lo que refuerza la viabilidad y rentabilidad de la alternativa seleccionada para el Proyecto. Esto respalda la decisión tomada al priorizar el uso eficiente de los recursos económicos disponibles, y se alinea con los objetivos de sostenibilidad financiera del gobierno del estado.

5.4 Análisis de sensibilidad

Para identificar los efectos de las modificaciones en las variables relevantes sobre el indicador de rentabilidad, se realiza un análisis de sensibilidad. Este análisis evalúa cómo responde el indicador de rentabilidad ante diferentes variaciones porcentuales en la inversión, así como en los costos de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 53. Análisis de Sensibilidad | Inversión

Indicador	-20%	-10%	0%	10%	20%	38%
Inversión	169,270,725	190,429,566	211,588,407	232,747,247	253,906,088	291,328,259
Ahorro Anual	14,336,832	11,851,523	9,366,213	6,880,904	4,395,594	-

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo.

El análisis de sensibilidad realizado sobre el monto total de la inversión, estimado en \$211,588,406.63 pesos en el escenario base, muestra que el Proyecto puede soportar variaciones de hasta un 38% en la inversión antes que el ahorro anual del CAE alcance el punto de equilibrio, es decir, antes que el ahorro anual sea cero.

Esto implica que el Proyecto cuenta con una capacidad de adaptación a cambios en el monto de la inversión, lo cual resulta ventajoso en situaciones se presenten fluctuaciones en los costos asociados. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, a medida que las variaciones se aproximen al límite del 38%, el ahorro de la alternativa seleccionada respecto a la desechada puede verse afectada negativamente, lo que reduce la eficiencia en costos en beneficio del estado.

Tabla 54. Análisis de Sensibilidad | Mantenimiento Preventivo

Indicador	-20%	-10%	0%	10%	20%	65%
Mantenimiento Preventivo	11,557,296	13,001,959	14,446,621	15,891,283	17,335,945	23,812,834
Ahorro Anual	12,255,537	10,810,875	9,366,213	7,921,551	6,476,889	-

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo.

El análisis de sensibilidad realizado en relación con los costos de mantenimiento preventivo del Proyecto revela un rango considerable de variación. Específicamente se ha determinado que el Proyecto puede enfrentar variaciones de hasta un 65% en estos costos antes que el ahorro anual entre las alternativas alcance el punto de equilibrio, es decir, cero.

Lo anterior indica que el Proyecto posee una robustez significativa ante cambios en los costos de mantenimiento correctivo. Sin embargo, es fundamental considerar que, a medida que las variaciones se acerquen al límite del 65%, es posible que la rentabilidad del Proyecto se vea afectada negativamente, lo que implica una disminución de la eficiencia en costos del estado.

Tabla 55. Análisis de Sensibilidad Mantenimiento Correctivo

Indicador	-20%	-10%	0%	10%	20%	483%
Mantenimiento Correctivo	40,585,586	43,674,508	46,763,429	49,852,351	52,941,272	196,036,744
Ahorro Anual	9,753,844	9,560,029	9,366,213	9,172,398	8,978,582	-

Fuente: Elaboración propia con base en la memoria de cálculo.

El análisis de sensibilidad aplicado a los costos de mantenimiento correctivo del Proyecto reveló un amplio rango de variación. En particular, se determinó que el Proyecto puede absorber incrementos de hasta 483% en estos costos antes de que el ahorro anual entre las alternativas alcance el punto de equilibrio, es decir, cero.

Esto evidencia una robustez notable del Proyecto frente a fluctuaciones en los costos de mantenimiento correctivo. No obstante, se debe tomar en cuenta que, a medida que las variaciones se aproximen al límite del 483%, la rentabilidad del Proyecto podría verse comprometida, lo que resultaría en una disminución de la eficiencia económica para el estado.

5.5 Análisis de riesgos

La construcción de domos escolares en 91 instituciones educativas del estado de Quintana Roo es una iniciativa clave para mejorar la infraestructura educativa y las condiciones de aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, como en todo proyecto de infraestructura, es fundamental identificar, evaluar y mitigar los posibles riesgos asociados con su construcción. Este análisis de riesgos considera aspectos técnicos, sociales, ambientales y económicos para garantizar la seguridad de los estudiantes, docentes y trabajadores durante y después de la ejecución del Proyecto.

Para clasificar el impacto del riesgo se debe considerar:

1. Su probabilidad de ocurrencia, es decir, qué tan frecuentemente se espera que ocurra el evento de riesgo;
2. Su impacto, es decir, la magnitud del efecto que tendría el riesgo en caso de ocurrir.

Estas evaluaciones permiten estimar el impacto potencial de cada riesgo en el proyecto y asignar un nivel de riesgo correspondiente.

La probabilidad de ocurrencia se dividió en 5 niveles: muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo. El riesgo de impacto se clasificó en: crítico, severo, moderado, mínimo y despreciable.

Tabla 56. Asignación de riesgos de impacto y probabilidad de ocurrencia.

Riesgo de Impacto	Probabilidad de Ocurrencia
Crítico	Muy Alto
Severo	Alto
Moderado	Moderado
Mínimo	Bajo
Despreciable	Muy Bajo

Fuente: Elaboración propia con base en el Manual APP.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los riesgos que podrían impactar al Proyecto y se seleccionaron 10 riesgos principales para realizar un enfoque cualitativo que emplea las dos variables previamente descritas. En la siguiente tabla se presenta la clasificación de riesgos seleccionados, indicando las asignaciones correspondientes de probabilidad de ocurrencia y de impacto:

Tabla 57. Asignación de riesgos de impacto y probabilidad de ocurrencia.

Probabilidad de Ocurrencia	Riesgo de impacto				
	Despreciable	Mínimo	Moderado	Severo	Crítico
Muy Alto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Alto	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
Moderado	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
Muy Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio

Fuente: Elaboración propia con base en el Manual APP.

Con base en la identificación de riesgos, a continuación, se presenta una matriz de riesgos y mitigantes, que resume los resultados obtenidos del análisis.

Tabla 58. Matriz de Riesgos.

Nombre	Etapas	Descripción del Riesgo	Impacto	Mitigantes
Insuficiencia Presupuestal	Planeación	Insuficiencia de los recursos presupuestales o retraso en la asignación de fondos	Alto	Establecer reservas financieras y acuerdos de contingencia, así como asegurar las fuentes de financiamiento
Retrasos Regulatorios	Planeación	Retrasos por falta de permisos o incumplimiento de normativas locales, estatales o federales	Alto	Asegurar el cumplimiento normativo desde el inicio, gestionar permisos de manera proactiva, mantener comunicación constante con autoridades
Deficiencia en el Diseño	Diseño	Deficiencias en los planos estructurales, lo que podría comprometer la seguridad o funcionalidad de los domos	Alto	Revisiones técnicas por expertos externos, implementación de auditorías de diseño y cumplimiento de las normas de construcción vigentes

Impacto Ambiental	Construcción	Impacto ambiental por manejo inadecuado de residuos o afectación a ecosistemas locales	Medio	Implementar un plan de manejo ambiental, capacitación para el manejo de residuos, seguimiento por parte de una autoridad ambiental
Retrasos Logísticos	Construcción	Retrasos menores en la entrega de materiales debido a problemas de transporte o coordinación con proveedores	Bajo	Mantener inventarios mínimos en sitio, establecer contratos con múltiples proveedores y planificar estrategias con anticipación
Oposición Comunitaria	Planeación/Construcción	Oposición de la comunidad por falta de comunicación o percepción negativa del Proyecto	Medio	Realizar campañas informativas, involucrar a la comunidad en la planeación, crear un canal de comunicación para atender inquietudes

Accidentes Laborales	Construcción	Accidentes laborales durante la construcción por manejo inadecuado de materiales o falta de equipos de protección	Alto	Capacitación en seguridad, uso obligatorio de equipos de protección personal, inspecciones de seguridad periódicas
Fenómenos Climáticos	Construcción	Interrupciones por fenómenos meteorológicos extremos	Alto	Incorporar un plan de contingencia climática, monitorear constantemente las condiciones meteorológicas, asegurar materiales y equipo
Materiales de Baja Calidad	Construcción	Uso de materiales de baja calidad que comprometan la durabilidad de domos	Alto	Especificar criterios de calidad, realizar inspecciones continuas, establecer penalizaciones por incumplimiento en los contratos de proveedores

Falta de Mantenimiento	Operación	Deficiencias en el mantenimiento futuro de los domos, lo que afectaría su durabilidad y funcionalidad	Medio	Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, capacitación del personal encargado y asignación presupuestal específica para este rubro
---------------------------	-----------	--	-------	---

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones y recomendaciones

El estado de Quintana Roo enfrenta desafíos significativos en materia de infraestructura educativa, particularmente para actividades curriculares y extracurriculares fuera del aula. Actualmente, más del 70% de las escuelas carecen de domos escolares. La construcción de 91 domos en diferentes planteles de los once municipios del estado representa una solución integral a este problema, ya que proporciona a los estudiantes un entorno seguro y adecuado que favorece su desarrollo físico, académico y social. En este sentido, se trata de una inversión estratégica para el futuro del estado.

Estos domos, fabricados con materiales de alta calidad y mediante procesos constructivos eficientes, aseguran durabilidad y resistencia. Además, protegen a los estudiantes de altas temperaturas, lluvias y fenómenos meteorológicos extremos característicos de la región, al ofrecer espacios adecuados para diversas actividades.

El proyecto impacta positivamente la calidad de vida de los estudiantes al habilitar espacios seguros y funcionales para actividades deportivas, recreativas y académicas. Este enfoque incrementa la actividad física, lo que contribuye a la prevención de enfermedades relacionadas con el sedentarismo, como la obesidad. También mejora el rendimiento académico al proporcionar entornos más confortables para el aprendizaje y la interacción escolar, lo que reduce el ausentismo y fortalece la permanencia en el sistema educativo.

El análisis técnico confirma la viabilidad del proyecto, considerando las condiciones del terreno y una planificación detallada de recursos. Desde el punto de vista legal, el cumplimiento de normativas y regulaciones minimiza posibles conflictos. En cuanto al impacto ambiental, el proyecto no genera daños significativos, gracias al uso de medidas de preservación en áreas previamente intervenidas.

El análisis costo-eficiencia demuestra que esta es la alternativa más adecuada para responder a las necesidades de infraestructura educativa, al garantizar recursos y garantizar los beneficios propuestos. Además, el proyecto se alinea con los

objetivos del Plan Estatal de Desarrollo, al tiempo que contribuye a mejorar la salud pública, la educación y el bienestar social. También apoya las políticas públicas dirigidas a elevar la calidad educativa y modernizar la infraestructura en Quintana Roo.

Aunque la vida útil de los domos se estima en 20 años, un programa adecuado de mantenimiento preventivo y correctivo podría extender su funcionalidad. Los inconvenientes temporales durante las obras de construcción se pueden mitigar con una planificación eficiente.

Por todo lo anterior, se recomienda al gobierno del estado de Quintana Roo, en coordinación con las autoridades educativas y municipales, priorizar la construcción de estos domos escolares. La inversión debe traducirse en beneficios sostenibles para la población estudiantil, acompañada de un programa de mantenimiento que maximice su impacto y contribuya a crear un entorno más seguro, saludable y propicio para el desarrollo integral de los estudiantes.

Finalmente, al priorizar esta iniciativa, el gobierno estatal no solo cumple con su responsabilidad de garantizar derechos fundamentales como la educación y la salud, sino que también sienta las bases para un desarrollo más sostenible y resiliente en todo el estado.

7. Bibliografía

Congreso General De Los Estados Unidos Mexicanos. (2016). Ley Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios

Coronel, M. (2021). "Menores a merced de la diabetes: Aumentan los casos de obesidad infantil en Quintana Roo". Por Esto!. <https://www.poresto.net/quintana-roo/2021/10/19/menores-merced-de-la-diabetes-aumentan-los-casos-de-obesidad-infantil-en-quintana-roo.html>

Diario Oficial. (2013). "Segunda Sección: LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión."

Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2024). "Sistema Interactivo de Estadística Educativa". Gobierno de México. <https://www.planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>

Duque, F. (2022). "Q. Roo, el estado con más casos de obesidad a nivel nacional de cada 100 mil personas, 629 padecen la enfermedad, revela la SSA". Novedades Quintana Roo. https://sipse.com/novedades/q-roo-estado-indice-obesidad-alto-mexico-424354.html#google_vignette

EscuelasMex. (2024). "Escuelas de México". <https://escuelasmex.com/>

Gobierno de México; Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJOREDU). (2022). "Anexo Estadístico. Indicadores Nacionales de la mejora continua de la educación en México: Cifras del Ciclo Escolar 2021-2022".

Gobierno de México; Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJOREDU). (2022). "Indicadores Nacionales de la mejora continua de la educación en México: Cifras del Ciclo Escolar 2021-2022".

H. Ayuntamiento del Municipio de Bacalar. (2021). "Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Benito Juárez PMD 2021 – 2023".

H. Ayuntamiento del Municipio de Benito Juárez. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Benito Juárez PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Cozumel. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Cozumel PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Felipe Carrillo Puerto. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Benito Juárez PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Isla Mujeres. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Benito Juárez PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de José María Morelos. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de José María Morelos. PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Lázaro Cárdenas. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Lázaro Cárdenas PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Othón P. Blanco. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Othón P. Blanco. PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Puerto Morelos. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Puerto Morelos. PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Lázaro Cárdenas PMD 2021 – 2023”.

H. Ayuntamiento del Municipio de Tulum. (2021). “Plan Municipal de Desarrollo Municipal de Othón P. Blanco. PMD 2021 – 2023”.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2016). “Panorama sociodemográfico de Quintana Roo 2015”. Encuesta Nacional Intercensal 2015.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). “COMUNICADO DE PRENSA NÚM 29/21”. Censo 2020.

Instituto Nacional para la mejora de la Educación (INEE). (2016). “Programa Estatal de Evaluación y Mejora Educativa (PEEME) Quintana Roo”.

Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. (2023). “PODER EJECUTIVO DEL ESTADO. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2023-2027”.

Secretaría de Educación de Quintana Roo (SEQ). (2023). “Programa sectorial de educación, cultura y deporte para el bienestar.” Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Secretaría de Educación de Quintana Roo (SEQ). (2024). “Sistema de Información Geográfica del Estado (SIGE)”. <https://sige.seq.gob.mx/portal/>

Secretaría de Educación Pública. (2022). “Quintana Roo”.

Secretaría de Educación Pública: Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa. (2024). “Estadística Educativa Quintana Roo Ciclo Escolar 2023 – 2024.”

Secretaría de Salud; Instituto Nacional de Salud Pública. (2016). “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016) Informe final de resultados.”

Secretaría de Salud; Instituto Nacional de Salud Pública. (2023). “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2023: Resultados Nacionales (ENSANUT).”

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2024). “Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional.”

World Health Organization (WHO). (2024). “Obesity and overweight”. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>