



IFEQROO
INSTITUTO DE INFRAESTRUCTURA
FÍSICA EDUCATIVA
DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

ANÁLISIS COSTO EFICIENCIA

Construcción de 1,018 domos ligeros y arcotechos,
del Programa de Domos en escuelas 2024 del
Estado de Quintana Roo

Diciembre 2024

Índice

1.	Resumen Ejecutivo	8
2.	Situación actual del Proyecto	13
2.1	Diagnóstico de la situación actual	13
2.1.1	Área de Influencia del Proyecto	13
2.1.2	Dinámica Poblacional	14
2.1.3	Descripción del sistema educativo	18
2.1.4	Dimensión del sistema educativo en Quintana Roo	19
2.1.5	Impacto de la infraestructura educativa en el desempeño académico.....	22
2.2	Análisis de la oferta en la situación actual.....	27
2.3	Análisis de la demanda en la situación actual	37
2.3.1	Evolución histórica de la matrícula escolar	37
2.4	Interacción de la Oferta – Demanda en la situación actual del Proyecto	40
3.	Situación sin el Proyecto de Inversión.....	42
3.1	Medidas de optimización.....	42
3.2	Análisis de la oferta en la situación sin Proyecto.....	46
3.3	Análisis de la demanda en situación sin Proyecto.....	48
3.4	Diagnóstico de la Interacción Oferta-Demanda en la situación sin Proyecto	49
3.5	Alternativas de solución	52
4.	Situación con el Proyecto de Inversión	61
4.1	Descripción general	61
4.1.1	Arcotecho	61
4.1.2	Ligero.....	67
4.2	Alineación estratégica	72
4.3	Localización geográfica	78
4.4	Calendario de actividades.....	80
4.5	Monto total de inversión	81

4.6	Financiamiento	84
4.7	Capacidad instalada	84
4.8	Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación	85
4.9	Vida útil	86
4.10	Descripción de aspectos relevantes para determinar la viabilidad del Proyecto de Inversión	86
4.10.1	Factibilidad Técnica	86
4.10.2	Factibilidad Legal	86
4.10.3	Factibilidad Ambiental	87
4.10.4	Factibilidad de Mercado	87
4.11	Análisis de la oferta en la situación con Proyecto	88
4.12	Análisis de la demanda	91
4.13	Interacción oferta-demanda	91
5.	Evaluación del Proyecto de Inversión	94
5.1	Identificación, cuantificación y valoración de los costos del Proyecto.....	95
5.1.1	Inversión	95
5.1.2	Costos de mantenimiento	97
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del Proyecto.....	100
5.2.1	Beneficios por protección respecto a las condiciones climatológicas	100
5.2.2	Beneficios por Fomento de la Actividad Física Continua	101
5.3	Cálculo de los indicadores de rentabilidad	102
5.4	Análisis de sensibilidad	106
5.5	Análisis de riesgos	108
6.	Conclusiones y recomendaciones.....	112
7.	Bibliografía.....	114

Figuras

Figura 1. Área de Influencia del Proyecto y entidades colindantes.....	13
Figura 2. Población por Municipio en miles de habitantes.....	15
Figura 3. Población por rango de edad como porcentaje total de la población.....	16
Figura 4. Temperatura máxima y mínima promedio en Quintana Roo.....	23
Figura 5. Promedio de la temperatura máxima y mínima histórica en Quintana Roo.	23
Figura 6. Normal Javier Rojo Gómez Bacalar	33
Figura 7. Secundaria Técnica No. 27 “Rosario María Gutiérrez” Othón P. Blanco	34
Figura 8. Secundaria Los Corrales Benito Juárez	35
Figura 9. Domo tipo Velaria.....	43
Figura 10. Render domo arcotecho.....	63
Figura 11. Plano domo arcotecho	64
Figura 12. Plano domo arcotecho	65
Figura 13. Plano domo arcotecho	66
Figura 14. Render domo ligero	68
Figura 15. Plano domo ligero	69
Figura 16. Plano domo ligero	70
Figura 17. Plano domo ligero	71
Figura 18. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.	78

Tablas

Tabla 1. Población en el Área de Influencia.	14
Tabla 2. TMAC de la población del estado de Quintana Roo (2010-2021)	15
Tabla 3. Número de alumnos y escuelas de educación preescolar en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	20
Tabla 4. Número de alumnos y escuelas de educación primaria en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	20
Tabla 5. Número de alumnos y escuelas de educación secundaria en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	21
Tabla 6. Número de alumnos y escuelas de educación bachillerato en el estado de Quintana Roo durante el ciclo escolar 2023-2024	21
Tabla 7. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Especial	27
Tabla 8. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Inicial	27
Tabla 9. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Preescolar	28
Tabla 10. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Primaria	28
Tabla 11. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Secundaria..	29
Tabla 12. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. Educación Media Superior	30
Tabla 13. Índice de infraestructura de las escuelas primaria y secundaria Quintana Roo	31
Tabla 14. Número de planteles educativos con domos escolares existentes	32
Tabla 15. Distribución de los planteles educativos por Municipio que potencialmente serían intervenidos para la instalación de domos.	35
Tabla 16. Oferta en la Situación Actual del Proyecto	36
Tabla 17. Matrícula de los planteles por Municipio 2018-2023	37
Tabla 18. Matrícula de los planteles 2018-2023	38
Tabla 19. Proyección de la matrícula escolar 2024-2048	39
Tabla 20. Interacción Oferta-Demanda	41
Tabla 21. Componentes del Domo tipo Velaria.....	44
Tabla 22. Inversión Total Domos Tipo Velaria.....	44
Tabla 23. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación sin Proyecto.	47
Tabla 24. Oferta en la Situación sin Proyecto.....	48
Tabla 25. Interacción Oferta-Demanda	51

Tabla 26. Descripción de la inversión de domo arcotecho con acero galvanizado de 5x8 metros	57
Tabla 27. Descripción de la inversión de domo ligero con acero galvanizado de 29.50x15.95 metros	57
Tabla 28. Flujo de Costos de la Alternativa Desechada.....	58
Tabla 29. Flujo de Costos de la Alternativa Seleccionada.	59
Tabla 30. Alineación Estratégica.	72
Tabla 31. Distribución de los planteles educativos	79
Tabla 32. Descripción de la inversión de un domo arcotecho de 5x8 metros	82
Tabla 33. Descripción de la inversión de un domo ligero de 29.50x15.95 metros.....	83
Tabla 34. Inversión Total del Proyecto.....	83
Tabla 35. Fuentes de financiamiento del Proyecto.	84
Tabla 36. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación con Proyecto.	88
Tabla 37. Oferta en la Situación con Proyecto	90
Tabla 38. Interacción Oferta-Demanda	92
Tabla 39. Calendario de Inversión.....	95
Tabla 40. Descripción de la inversión de 563 domos arcotecho de 5x8 metros.....	96
Tabla 41. Descripción de la inversión de 455 domos ligero de 29.50x15.95 metros.....	96
Tabla 42. Costos por tipo de mantenimiento y domo.....	98
Tabla 43. Flujo de los costos de mantenimiento del Proyecto	99
Tabla 44. Flujo de Costos de la Alternativa Seleccionada.	103
Tabla 45. Flujo de Costos de la Alternativa Desechada.....	104
Tabla 46. Indicadores de Rentabilidad.	105
Tabla 47. Análisis de Sensibilidad Inversión	106
Tabla 48. Análisis de Sensibilidad Mantenimiento Preventivo	106
Tabla 49. Análisis de Sensibilidad Mantenimiento Correctivo	107
Tabla 50. Asignación de riesgos de impacto y probabilidad de ocurrencia	108
Tabla 51. Matriz de riesgos de impacto y probabilidad de ocurrencia.....	109

Glosario

AAP: American Academy of Pediatrics

CAE: Costo Anual Equivalente

CINE: Clasificación Internacional Normalizada de la Educación

CONAFE: Consejo Nacional de Fomento Educativo

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

IBC: International Building Code

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

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INSP: Instituto Nacional de Salud Pública

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

MEJOREDU: Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación

OMS: Organización Mundial de la Salud

PVC: Policloruro de Vinilo

SEN: Sistema Educativo Nacional

SEP: Secretaría de Educación Pública

SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público

SIGE: Sistema de Información y Gestión Educativa

SINAVE: Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

TMAC: Tasa media anual de crecimiento

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

VPC: Valor Presente de los Costos

VPN: Valor Presente Neto

1. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del Proyecto de Inversión

Objetivo del Proyecto de Inversión

“Construcción de 1,018 domos ligeros y arcotechos del Programa de Domos en Escuelas 2024 del Estado de Quintana Roo” (Proyecto).

El Proyecto consiste en la construcción de mil dieciocho domos escolares en los once municipios de la entidad. Esta iniciativa tiene como objetivo fortalecer la calidad de la infraestructura educativa, proporcionando espacios adecuados que mejoren el desempeño escolar y permitan a los estudiantes realizar actividades físicas sin verse afectados por las condiciones climatológicas propias del estado.

Problemática Identificada

La infraestructura escolar en Quintana Roo resulta insuficiente para ofrecer espacios protegidos y funcionales que garanticen la realización de actividades físicas y académicas en condiciones óptimas. Esta limitación se ve acentuada por las condiciones climáticas extremas de la región, caracterizadas por altas temperaturas, lluvias intensas y elevados niveles de humedad, que restringen el uso continuo de las áreas al aire libre.

Adicionalmente, Quintana Roo registra uno de los índices más altos de obesidad infantil a nivel nacional, lo que refuerza la necesidad urgente de fomentar estilos de vida saludables a través de la actividad física regular. La carencia de infraestructura adecuada no solo limita estas actividades, sino que también incide negativamente en la salud física del alumnado y en su rendimiento académico, al generar un entorno poco favorable para el aprendizaje integral.

**Breve
descripción
del programa
de inversión**

El Proyecto contempla la construcción de 563 domos tipo arcotecho y 455 domos ligeros en planteles educativos distribuidos en los once municipios del estado de Quintana Roo. Se estima que esta infraestructura beneficiará a 26,205 estudiantes desde el primer año de implementación parcial, 132,732 en el primer año de implementación completa y a 152,077 estudiantes al cierre del horizonte de evaluación.

El domo tipo arcotecho consiste en un sistema auto soportado con cubierta metálica en forma de arco, con una superficie de 8.00 x 5.00 metros (medidas a ejes). Está fabricado con lámina ondulada TO-100, rolada en sentido transversal para brindar resistencia estructural y facilitar su montaje.

Por su parte, el domo ligero corresponde a una estructura metálica tipo domo con dimensiones de 30.00 x 17.00 metros (medidas a ejes), cuya ejecución inicia con la etapa de cimentación. Esta incluye la excavación, la colocación de una plantilla de concreto con resistencia y la construcción de zapatas de concreto premezclado con resistencia. El relleno se realiza utilizando el mismo material producto de la excavación.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del Proyecto de Inversión

**Horizonte de
Evaluación**

Se considera un horizonte de evaluación de 24 años, con la inversión programada para iniciar en el año 2025. Las operaciones darán inicio ese mismo año y se extenderán hasta el año 2048.

Descripción de los principales costos del PPI

Desglose de componentes de inversión

Nombre del Componente	Monto (sin IVA)
563 domos tipo Arcotecho	
Preliminares	\$12,337,212.56
Cimentación	\$50,928,946.22
Estructura	\$468,908,546.18
Albañilería y acabados	\$15,050,769.08
Instalaciones eléctricas	\$108,053,476.61
Instalaciones pluviales	\$134,299,134.74
Trabajos previos y de mantenimiento por la construcción	\$129,448,991.08
455 domos tipo Ligero	
Preliminares	\$15,582,990.15
Cimentación	\$223,826,712.20
Estructura de concreto	\$109,158,635.95
Estructura Metálica	\$554,814,391.95
Faldón	\$43,994,873.65
Adheridos	\$91,767,302.90
Albañilería y acabados	\$119,389,074.35
Instalaciones eléctricas	\$31,714,046.00
Instalaciones Pluviales	\$97,114,444.70
Obra exterior eléctrica	\$40,760,801.90
Inversión total (sin IVA)	\$2,247,150,350.22
Impuesto al Valor Agregado	\$359,544,056.03
Inversión total (con IVA)	\$2,606,694,406.25

Fuente: Elaboración propia con base en los montos de inversión del Proyecto.

Descripción de los principales beneficios del Proyecto de Inversión

- **Protección contra condiciones climatológicas**

La construcción de los 1,018 domos escolares busca fortalecer la infraestructura educativa frente a las condiciones climáticas adversas que afectan al estado de Quintana Roo. Durante la temporada de calor, los estudiantes se ven expuestos a riesgos físicos y enfrentan dificultades para mantener la concentración en entornos no acondicionados. Por su parte, en la temporada de lluvias, las precipitaciones y los vientos intensos interrumpen de manera recurrente las actividades escolares. Los domos brindan espacios seguros y funcionales que facilitan el desarrollo continuo de actividades académicas, deportivas y culturales, incluso en condiciones climáticas desfavorables. Adicionalmente, pueden ser utilizados como refugios temporales en situaciones de emergencia, extendiendo sus beneficios a la comunidad.

- **Fomento de la actividad física continua**

Los domos escolares facilitan la práctica continua de actividades físicas y recreativas, al proporcionar espacios cubiertos y ventilados que no dependen de las condiciones climáticas. Esto permite incorporar la actividad física como parte integral del día escolar, lo que ayuda a reducir el sedentarismo, prevenir enfermedades relacionadas con el sobrepeso y mejorar la salud emocional de los estudiantes. Asimismo, refuerza la convivencia escolar y contribuye a un entorno más activo, saludable y propicio para el desarrollo integral del alumnado.

Monto total de Inversión (Con IVA)

\$2,606,694,406.25 (Dos mil seiscientos seis millones seiscientos noventa y cuatro mil cuatrocientos seis pesos 25/100 M.N.)

**Principales
riesgos del
Proyecto**

- **Retrasos regulatorios:** La construcción de los domos podría enfrentar demoras por la falta de permisos o por el incumplimiento de normativas locales, estatales o federales. Esto puede afectar el calendario del Proyecto, aumentar los costos y generar incertidumbre en su ejecución.
- **Fenómenos climáticos:** Quintana Roo es vulnerable a lluvias intensas y huracanes, lo que puede retrasar las obras o dañar estructuras si no se toman precauciones en los estándares de calidad e inspecciones continuas.

Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Inversión

**Costo Anual
Equivalente de
la Alternativa
Seleccionada**

\$381,384,343.41 (Trescientos ochenta y un millones trescientos ochenta y cuatro mil trescientos cuarenta y tres pesos 41/100 M.N.)

**Costo Anual
Equivalente de
la Alternativa
Desechada**

\$467,510,161.64 (Cuatrocientos sesenta y siete millones quinientos diez mil ciento sesenta y un pesos 64/100 M.N.)

Conclusión

**Conclusión del
Análisis del
PPI**

El análisis socioeconómico concluye que el Proyecto generará, con base en las estimaciones realizadas, un ahorro anual de \$86,125,818.22 pesos. Este ahorro representa una mejora en la eficiencia del gasto público y un beneficio directo para las finanzas estatales.

Además de los beneficios financieros, ofrece beneficios intangibles relevantes, como la protección de los estudiantes frente a condiciones climáticas adversas y el fomento de la actividad física continua, contribuyendo así a un entorno escolar más seguro y saludable.

2. Situación actual del Proyecto

2.1 Diagnóstico de la situación actual

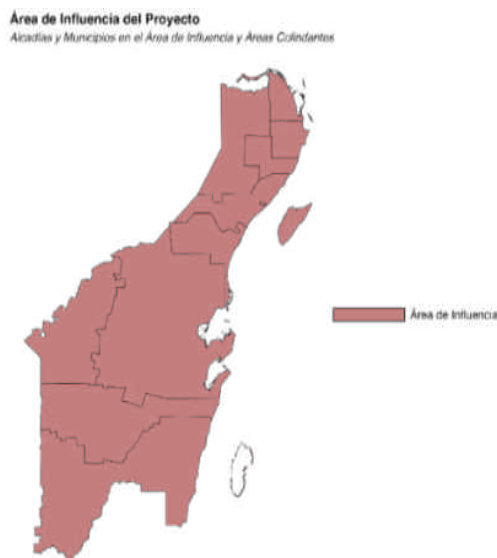
2.1.1 Área de Influencia del Proyecto

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.



Fuente: Elaboración propia con base en el Mapa Digital de México Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Para un análisis detallado del área de influencia, se presentan como anexo en hojas de cálculo las localidades específicas, junto a su municipio correspondiente.

2.1.2 Dinámica Poblacional

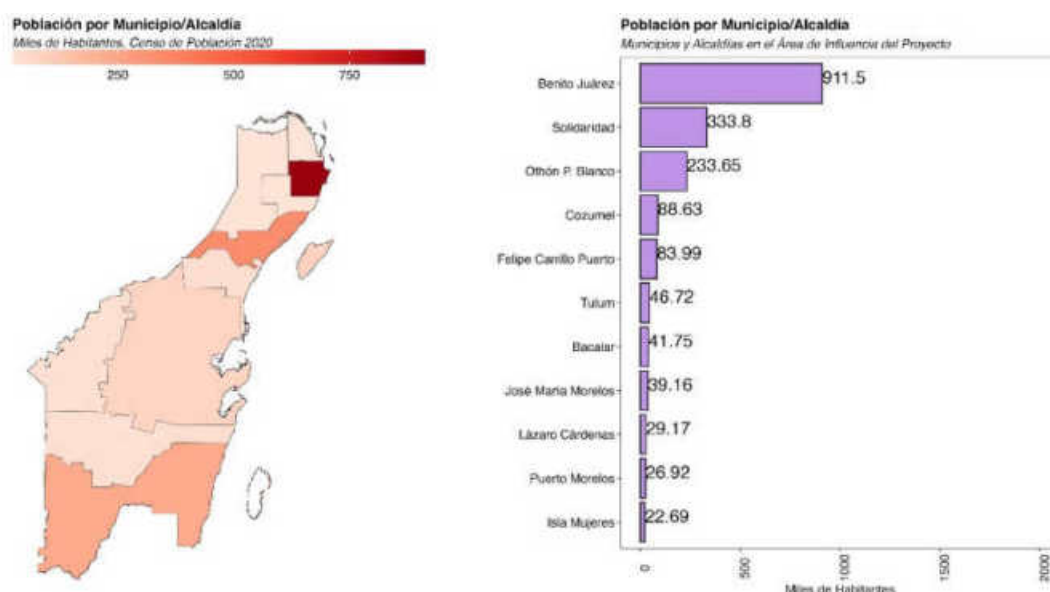
De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), los municipios y alcaldías que forman parte del área de influencia cuentan con un total de población de 1,857,987 personas. Por otra parte, el estado de Quintana Roo cuenta con una superficie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

Figura 2. Población por Municipio en miles de habitantes.



Fuente: Elaboración propia con base en el Censo INEGI 2020.

En cuanto a la tasa media 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 14 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)

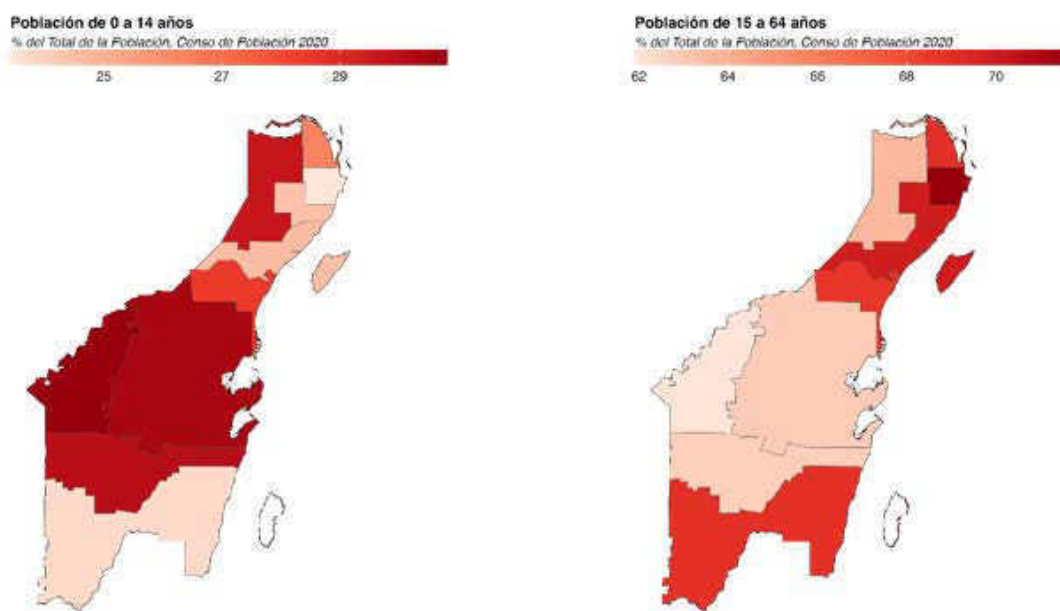
Rango de edad	TMAC
0 a 2 años	0.6%
3 a 5 años	1.2%
6 a 11 años	1.3%
12 a 14 años	1.2%

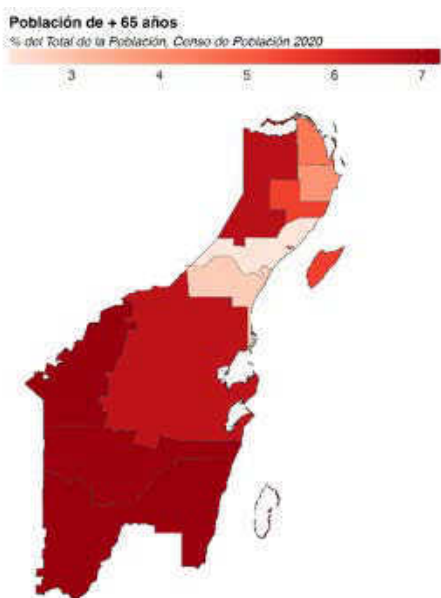
Fuente: Elaboración propia con base en la Comisión Nacional para la Mejora Continua de la Educación (MEJOREDU).

Luego de analizar la distribución de la población a nivel municipal, es importante desglosar esta información a escala local. Examinar la población por localidad permite una visión más detallada de la concentración de habitantes y su composición por género, lo que facilita una mejor planeación de la infraestructura y los servicios. Por lo mismo, se incluye como anexo a este documento una hoja de cálculo con la población por localidad beneficiada por el Proyecto.

Además de la distribución de la población por municipio y localidad, es fundamental describir la composición demográfica por grupos de edad, ya que esto permite identificar las características y necesidades específicas de la población en el área de influencia del Proyecto. La siguiente imagen muestra la distribución de la población en Quintana Roo según tres rangos de edad, con base en el Censo de Población 2020 del INEGI. En la primera sección, correspondiente a la población de 0 a 14 años, se observa una mayor concentración en las regiones norte y sur del estado, lo que indica una proporción más alta de población joven en comparación con otras zonas. La segunda sección, muestra la distribución de la población de 15 a 64 años, con una mayor concentración en el centro y noreste del estado, reflejando así una proporción significativa de habitantes en edad productiva. Finalmente, la tercera sección, que representa a la población de 65 años o más, revela que las zonas con una mayor proporción de adultos mayores se localizan en la región centro-sur del estado.

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





Fuente: Elaboración propia con base en el Censo INEGI 2020.

El análisis de la dinámica poblacional revela diferencias significativas entre regiones. En el norte y sur del estado, la alta concentración de población de 0 a 14 años sugiere una mayor demanda de infraestructura y servicios educativos. Por otro lado, el centro y noreste presentan la mayor proporción de población en edad productiva, lo que implica la necesidad de infraestructura enfocada en empleo, transporte y servicios. Finalmente, en la región centro-sur se observa una mayor presencia de adultos mayores, lo que podría indicar la importancia de adaptar servicios y espacios para este grupo. En el contexto del Proyecto, la presencia significativa de población joven en determinadas zonas refuerza la pertinencia de mejorar la infraestructura escolar en los planteles a intervenir, asegurando que la inversión responda a las necesidades reales de la población y contribuya al desarrollo educativo y social del estado.

Una vez identificadas las características demográficas en el área de influencia del Proyecto, es relevante analizar las características educativas de su población, lo anterior se hizo con base en el Censo de Población y Vivienda 2020, realizado por el INEGI. En este sentido la distribución por nivel de escolaridad es la siguiente:

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

2.1.3 Descripción del sistema educativo

El sistema educativo mexicano se organiza en tipos, niveles y modalidades educativas. A continuación, se describirán los tipos educativos que son objeto de interés del presente Proyecto.

- **Educación inicial:** atiende a niñas y niños de 0 a 3 años, enfocándose en su desarrollo integral mediante cuidado, estimulación temprana y apoyo al desarrollo cognitivo y socioemocional.
- **Educación especial:** brinda atención a estudiantes con discapacidad o aptitudes sobresalientes mediante apoyos, recursos y ajustes necesarios para garantizar su inclusión educativa.
- **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. El rango de edad en este tipo de educación es de 0 a 14 años.
- **Educación media superior:** tipo educativo que comprende los niveles bachillerato general, bachillerato tecnológico y profesional técnico.

Cada una de las etapas que conforman un tipo educativo tiene características específicas. A continuación, se describen los niveles de escolaridad que abarca el nivel de educación básica y media superior, específicamente bachillerato.

- **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. Es obligatoria y antecede a la 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. 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. Su propósito principal es fomentar en los estudiantes el desarrollo de un desarrollo 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. El grupo de edad típico para cursar este nivel educativo es de 15 a 17 años.

2.1.4 Dimensión del sistema educativo en Quintana Roo

Desde su conformación como estado en 1974, Quintana Roo ha experimentado un notable crecimiento económico, impulsado principalmente por el desarrollo acelerado de la industria turística y su efecto multiplicador en sectores como la construcción, los servicios y el comercio. Este dinamismo ha convertido al estado en un polo de atracción para familias provenientes de diversas regiones del país, generando un constante flujo migratorio en busca de oportunidades laborales y una mejor calidad de vida. Como consecuencia directa de este crecimiento económico y poblacional, la demanda de servicios educativos ha aumentado significativamente. Ante este escenario, la educación ha jugado un papel central como eje articulador del desarrollo social, con políticas públicas orientadas a ampliar la cobertura, mejorar la infraestructura y fortalecer la calidad docente. Estas acciones han buscado responder a los retos que impone una población en expansión y, al mismo tiempo, consolidar a la educación como un componente esencial para sostener el progreso económico del estado.

Con este propósito, se consultó el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa de la SEP, a fin de obtener información actualizada sobre la matrícula y la infraestructura educativa en los once municipios del estado. De acuerdo con los datos oficiales del ciclo escolar 2023–2024, los niveles de primaria y secundaria concentran la mayor parte de la matrícula en el estado, con 189,237 y 92,334 alumnos respectivamente. En conjunto, estos dos niveles representan más del 80% de los estudiantes de educación básica, distribuidos en 932 escuelas primarias y 500 secundarias. Esta concentración refleja no solo el peso demográfico de estos niveles, sino también la presión que enfrentan los planteles en términos de infraestructura y servicios complementarios. Además, municipios como Benito Juárez y Othón P. Blanco destacan por mayores cantidades de matrículas, lo que implica una alta demanda de servicios escolares y espacios adecuados para el desarrollo de actividades educativas integrales. La revisión de estos datos permite establecer una base objetiva para evaluar la capacidad instalada del sistema educativo, así como para identificar áreas de atención prioritaria en etapas posteriores del análisis.

Tabla 3. 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: Elaboración propia con base en el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa.

Tabla 4. 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: Elaboración propia con base en el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa.

Tabla 5. 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: Elaboración propia con base en el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

Tabla 6. 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	81	34,247
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	60	12,472
Puerto Morelos	4	1,008
Solidaridad	40	10,802
Tulum	12	2,262
TOTAL	306	75,338

Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa

2.1.5 Impacto de la infraestructura educativa en el desempeño académico

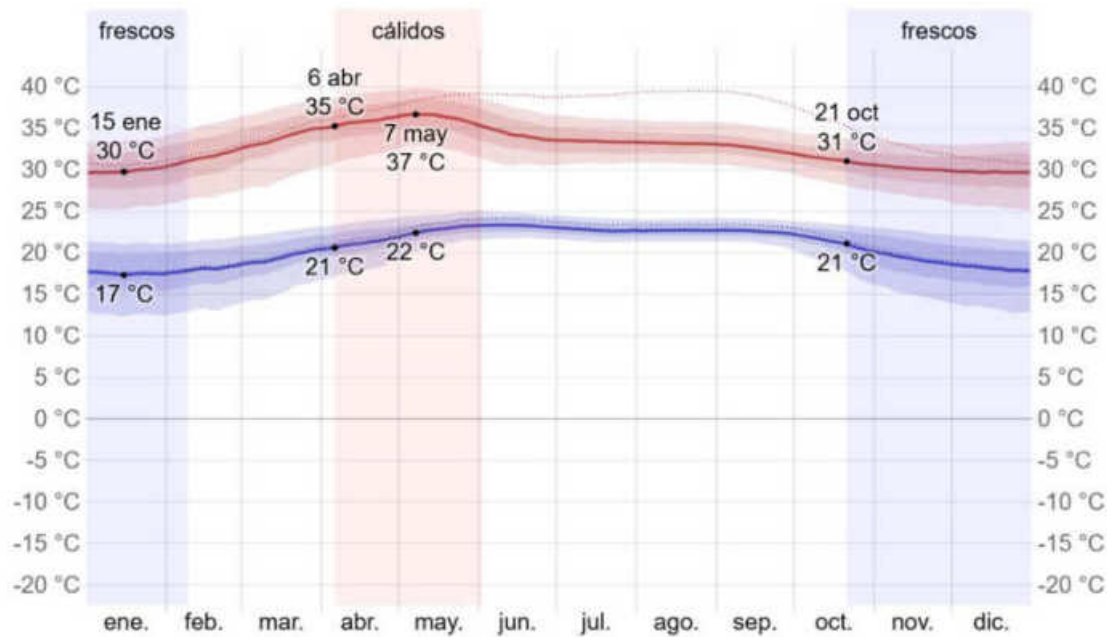
La mejora continua de la infraestructura en los planteles educativos de Quintana Roo representa un factor crítico para elevar la calidad educativa, especialmente cuando se considera el contexto social, ambiental, recreativo y de salud pública en la entidad. Quintana Roo se caracteriza por un clima cálido, 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. 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 habilitar 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 incrementa el aprovechamiento de las instalaciones escolares y permite que el tiempo dedicado a actividades extracurriculares o de recreación se realicen de acuerdo con el plan de estudios e incluso en actividades fuera del horario de clases.

– **Condiciones climatológicas de Quintana Roo**

Quintana Roo se caracteriza por un clima cálido subhúmedo, con temperaturas que oscilan entre los 17°C y 37°C, llegando a superar los 40°C en sensación térmica durante los meses más calurosos (abril y mayo). Además, presenta una humedad relativa superior al 80% y una exposición solar promedio de nueve horas diarias, condiciones que generan ambientes hostiles para las actividades escolares al aire libre (*Weatherspark*¹).

¹ Weatherspark es una plataforma en línea que ofrece informes climatológicos detallados para más de 145,000 ubicaciones en todo el mundo.

Figura 4. 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 5. 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: Base de datos utilizada por Weatherspark

Esta exposición térmica tiene efectos directos sobre el aprendizaje. Un estudio de la Universidad de Harvard *Heat and Learning* (Goodman, Hurwitz, Park & Smith, 2018) revela que cada grado Celsius por encima de los 25°C reduce el rendimiento cognitivo en un 1%, especialmente en tareas que requieren concentración prolongada y es especialmente perjudicial en los alumnos que pertenecen a un sector socioeconómico bajo. Asimismo, la *American Academy of Pediatrics* (AAP) advierte que la exposición de los niños a altas temperaturas puede provocar una variedad de problemas de salud, incluyendo deshidratación, agotamiento por calor,

calambres por calor y golpe de calor. La AAP enfatiza la importancia de proteger a los niños de la exposición al calor extremo, especialmente durante actividades al aire libre como ceremonias escolares, eventos culturales y clases de educación física. Además, la AAP ha publicado estudios que destacan cómo el cambio climático y el aumento de las temperaturas pueden afectar la salud de los niños, aumentando el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor y exacerbando condiciones de salud existentes.

Adicionalmente, según datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la temporada de lluvias y huracanes en Quintana Roo se extiende de junio a noviembre. Durante este período, el estado recibe una precipitación anual promedio que varía entre 1,000 mm y 1,500 mm, dependiendo de la región específica. Estas condiciones climáticas pueden interrumpir las clases y afectar la infraestructura escolar, especialmente en planteles que carecen de espacios adecuados para resguardar a los alumnos.

Finalmente, diversos organismos internacionales han documentado cómo estas interrupciones inciden negativamente en la calidad y continuidad educativa. La UNESCO, por ejemplo, señala que la creciente intensidad y frecuencia de los desastres naturales representa una amenaza directa para el acceso a una educación segura y continua, especialmente en comunidades vulnerables. Destaca también que el cierre de escuelas debido a inundaciones u otros fenómenos climáticos extremos constituyen una interrupción masiva del derecho a la educación, a menudo agravada por la falta de infraestructura adecuada y por la ausencia de planes efectivos de gestión de riesgos en el sector educativo.

– **Obesidad en México**

En México, el sobrepeso y la obesidad infantil han alcanzado niveles alarmantes. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2020-2023, el 36.5% de los niños de 5 a 11 años y el 40.4% de los adolescentes de 12 a 19 años presentan exceso de peso. La obesidad en escolares aumentó de 14.6% en 2006 a 17.5% en 2023, mientras que en adolescentes pasó de 11.9% a 17.0% en el mismo periodo. Esta tendencia se agrava por factores estructurales, como la falta de infraestructura escolar adecuada para fomentar la actividad física. En muchas escuelas, la ausencia de espacios cubiertos impide que los estudiantes puedan ejercitarse de forma segura y constante, especialmente en zonas con climas extremos. Esto promueve un estilo de vida sedentario que impacta negativamente en la salud física y emocional de los estudiantes, y también en su rendimiento académico.

Las condiciones de infraestructura escolar no solo afectan la salud, sino que también profundizan las desigualdades entre planteles. Mientras algunas escuelas cuentan con canchas techadas o domos que permiten la práctica regular de actividades, otras carecen incluso de espacios básicos protegidos, lo que limita aún más las oportunidades de sus estudiantes para desarrollar hábitos saludables. En este contexto, la instalación de domos escolares representa una medida estratégica para reducir estas brechas, ya que garantiza un entorno funcional que estimula la actividad física diaria, sin importar las condiciones climáticas. Esta intervención no solo apoya la prevención del sobrepeso y la obesidad, sino que contribuye a ofrecer condiciones más equitativas para una educación integral.

A nivel nacional, el sobrepeso y la obesidad se han consolidado como una de las principales crisis de salud pública. Desde 2016, México ha enfrentado un aumento sostenido de estas condiciones en todas las edades, impulsado por dietas poco saludables, ricas en alimentos ultra procesados, y la disminución en los niveles de actividad física. La Secretaría de Salud recomienda que niñas, niños y adolescentes realicen al menos 60 minutos diarios de ejercicio moderado o vigoroso; sin embargo, de acuerdo con la ENSANUT 2023, el 67.4% de los niños en edad escolar y el 50.1% de los adolescentes no cumplen con esta meta. Además, cumplir con esta recomendación no garantiza por sí sola una reducción del tiempo sedentario, por lo que cualquier esfuerzo por sustituir periodos de inactividad con movimiento, incluso caminar, puede generar beneficios significativos. En línea con esto, la Organización Mundial de la Salud subraya que contar con entornos escolares adecuados es clave para prevenir enfermedades crónicas como la obesidad e instaurar hábitos saludables desde edades tempranas. Por ello, mejorar la infraestructura escolar no es un lujo, sino una necesidad para garantizar el derecho a la salud y al bienestar de la niñez y adolescencia en México.

– **Obesidad en Quintana Roo**

En el contexto estatal, Quintana Roo enfrenta una situación crítica en materia de salud infantil. De acuerdo con los resultados de la ENSANUT 2023, la región Peninsular, integrada por Quintana Roo, Campeche y Yucatán, reporta una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad del 37.8% en niños de 5 a 11 años, cifra ligeramente superior al promedio nacional de 36.0%. Entre adolescentes de 12 a 19 años, la prevalencia combinada asciende a 41%, también por encima del promedio nacional de 40.4%. Durante la pandemia de COVID-19, diversos estudios del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) señalaron un incremento en los comportamientos sedentarios de la población infantil.

Se documentó que el tiempo dedicado a actividades sedentarias aumentó significativamente, mientras que la actividad física moderada o vigorosa se redujo de forma alarmante, afectando los indicadores de salud de niños y adolescentes en todo el país. Estas tendencias se reflejan especialmente en regiones con condiciones climáticas extremas, como Quintana Roo, donde la falta de infraestructura escolar adecuada para actividades físicas ha aumentado los riesgos asociados al sedentarismo y al sobrepeso infantil. En este sentido, un estudio realizado en Chetumal, Quintana Roo, publicado en la revista *Ciencia Latina*, profundiza en los factores locales que explican esta problemática. Entre los elementos más relevantes identificados se encuentran:

- Sedentarismo y uso excesivo de dispositivos electrónicos: factor crítico en el desarrollo de la obesidad infantil en la región. Se destaca que los niños pasan una cantidad significativa de tiempo en actividades sedentarias, lo que contribuye al aumento de peso y muchas veces conduce a la obesidad.
- Consumo elevado de alimentos ultra procesados: Señala que la alta ingesta de alimentos ultra procesados, impulsada por la publicidad dirigida a menores, fomenta patrones de consumo poco saludables entre los niños del estado.
- Falta de infraestructura adecuada para la actividad física: También sugiere la necesidad de aumentar los espacios seguros para la actividad física como una estrategia para combatir la obesidad infantil. Esto implica que la carencia de infraestructura adecuada limita las oportunidades de los niños para realizar ejercicio regularmente.

Las consecuencias de la obesidad infantil van más allá de lo físico. Niños con obesidad presentan un 30% más de probabilidad de sufrir fatiga crónica y problemas de concentración, lo que afecta su desempeño escolar. Además, esta condición incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades como diabetes tipo 2, hipertensión y trastornos cardiovasculares en etapas tempranas de la vida, generando un alto costo social y económico para las familias y el sistema de salud. Asimismo, la ausencia de domos profundiza las brechas en salud y educación. Mientras algunos planteles cuentan con infraestructura adecuada, otros ubicados, principalmente, en comunidades rurales o marginadas, carecen de espacios mínimos para el esparcimiento físico. Esta desigualdad en el acceso a condiciones básicas de bienestar incide directamente en las oportunidades de desarrollo de la infancia y juventud en Quintana Roo.

2.2 Análisis de la oferta en la situación actual

Con el propósito de contextualizar adecuadamente la situación actual del sistema educativo en el estado de Quintana Roo, se incluyó un análisis detallado de la infraestructura educativa disponible por nivel y por municipio. El análisis parte de los datos oficiales proporcionados por la Secretaría de Educación del Estado para el ciclo escolar 2023-2024, y contempla cuatro niveles educativos: educación especial, inicial, básica (preescolar, primaria, secundaria) y media superior.

Tabla 7. 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
Puerto Morelos	-	-
Solidaridad	7	7
Tulum	1	1
Total	74	74

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo.

Tabla 8. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Inicial²

Municipio	# de planteles
Bacalar	1
Benito Juárez	10
Cozumel	3
Felipe Carrillo Puerto	2
Isla Mujeres	-
José María Morelos	1
Lázaro Cárdenas	1

² La información consultada no muestra la segregación entre planteles públicos y planteles privados.

Municipio	# de planteles
Othón P. Blanco	7
Puerto Morelos	-
Solidaridad	4
Tulum	1
Total	29

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo.

Tabla 9. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Preescolar

Municipio	# de Planteles	# Públicos	# Privados
Bacalar	57	56	1
Benito Juárez	237	140	97
Cozumel	30	18	12
Felipe Carrillo Puerto	101	100	1
Isla Mujeres	12	9	3
José María Morelos	61	61	-
Lázaro Cárdenas	36	36	-
Othón P. Blanco	153	126	27
Puerto Morelos	9	8	1
Solidaridad	95	64	31
Tulum	30	26	4
Total	821	644	177

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo.

Tabla 10. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Primaria

Municipio	# de Planteles	# Públicos	# Privados
Bacalar	62	61	1
Benito Juárez	295	213	82
Cozumel	36	27	9
Felipe Carrillo Puerto	100	99	1
Isla Mujeres	13	10	3
José María Morelos	61	61	-
Lázaro Cárdenas	42	42	-

Municipio	# de Planteles	# Públicos	# Privados
Othón P. Blanco	158	140	18
Puerto Morelos	13	12	1
Solidaridad	119	89	30
Tulum	33	29	4
Total	932	783	149

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo.

Tabla 11. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Secundaria

Municipio	# de Planteles	# Públicos	# Privados
Bacalar	48	47	1
Benito Juárez	130	74	56
Cozumel	14	8	6
Felipe Carrillo Puerto	60	59	1
Isla Mujeres	7	5	2
José María Morelos	34	34	-
Lázaro Cárdenas	27	27	-
Othón P. Blanco	98	82	16
Puerto Morelos	5	4	1
Solidaridad	60	37	23
Tulum	17	13	4
Total	500	390	110

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo.

Tabla 12. Planteles educativos en el Estado de Quintana Roo. | Educación Media Superior

Municipio	# de Planteles	# Públicos	# Privados
Bacalar	22	22	-
Benito Juárez	81	37	44
Cozumel	13	8	5
Felipe Carrillo Puerto	38	38	-
Isla Mujeres	5	4	1
José María Morelos	16	16	-
Lázaro Cárdenas	15	15	-
Othón P. Blanco	60	49	11
Puerto Morelos	4	3	1
Solidaridad	40	18	22
Tulum	12	10	2
Total	306	220	86

Fuente: Elaboración propia con base en la Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo.

Al analizar los datos, se confirma que la mayoría de los planteles educativos en la entidad pertenecen al sector público, lo cual evidencia el papel central del Estado en la provisión de servicios educativos. Esta característica es aún más evidente en municipios rurales o de alta marginación, donde la oferta privada es prácticamente inexistente y, por tanto, la cobertura depende exclusivamente de la infraestructura pública. Por otro lado, se observa una importante concentración de planteles en municipios urbanos como Benito Juárez, Othón P. Blanco y Solidaridad, lo que responde a su densidad poblacional. Asimismo, el análisis evidencia una disminución en el número de planteles conforme se avanza en el nivel educativo: mientras que la educación preescolar y primaria presentan una cobertura amplia, los niveles de secundaria y media superior reflejan un número menor de planteles, lo que sugiere posibles limitantes para la continuidad educativa, sobre todo en regiones alejadas de los principales centros urbanos.

– 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 911³. 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 13. 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.

Por otro lado, es fundamental conocer el número de escuelas que actualmente cuentan con infraestructura óptima en el exterior de las aulas. En el estado, se dispone de los siguientes planteles que cuentan con un domo escolar dentro de sus instalaciones. Estos 935 ya incluyen a los domos realizados en la primera etapa del programa, la cual contempla la construcción de 91 domos escolares en el estado.

³ El formato 911 de la SEP es un instrumento oficial mediante el cual las escuelas reportan datos estadísticos y administrativos al gobierno federal. Su nombre se debe al número de formulario asignado dentro del sistema estadístico de la SEP.

Tabla 14. Número de planteles educativos con domos escolares existentes

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: Elaboración propia con base en información proporcionada por el 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 pertenecientes a los niveles educativos que se pretenden atender en la presente etapa. 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 6. Normal Javier Rojo Gómez | Bacalar



Fuente: IFEQROO

Figura 7. Secundaria Técnica No. 27 “Rosario María Gutiérrez” | Othón P. Blanco



Fuente: IFEQROO

Figura 8. Secundaria Los Corrales | Benito Juárez



Fuente: IFEQROO

Tabla 15. Distribución de los planteles educativos por Municipio que potencialmente serían intervenidos para la instalación de domos.

Municipio	# de planteles
Bacalar	111
Benito Juárez	202
Cozumel	31
Felipe Carrillo Puerto	188
Isla Mujeres	11
José María Morelos	112
Lázaro Cárdenas	65
Othón P. Blanco	197
Puerto Morelos	11
Solidaridad	46
Tulum	44
Total	1,018

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

Tabla 16. Oferta en la Situación Actual del Proyecto

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de domo
2025	1,018	-
2026	1,018	-
2027	1,018	-
2028	1,018	-
2029	1,018	-
2030	1,018	-
2031	1,018	-
2032	1,018	-
2033	1,018	-
2034	1,018	-
2035	1,018	-
2036	1,018	-
2037	1,018	-
2038	1,018	-
2039	1,018	-
2040	1,018	-
2041	1,018	-
2042	1,018	-
2043	1,018	-
2044	1,018	-
2045	1,018	-
2046	1,018	-
2047	1,018	-
2048	1,018	-

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Análisis de la demanda en la situación actual

2.3.1 Evolución histórica de la matrícula escolar

En primera instancia se identificó a los planteles que se pretende atender en la presente etapa del Proyecto de inversión, los cuales constan de 1,018 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 que cuenta con bases de datos actualizadas. Con el objetivo de sintetizar la información se muestra la ocupación histórica de los planteles educativos considerados para intervención, segmentados por municipio durante el año completo más reciente y a nivel municipal entre 2018 y 2023. En caso de que se desee revisar la matrícula por localidad, esta se encuentra como anexo en hojas de cálculo del presente estudio.

Tabla 17. Matrícula de los planteles por Municipio | 2018-2023

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Bacalar	7,604	7,661	7,753	7,948	7,848	7,827
Benito Juárez	52,894	52,258	52,971	56,661	51,755	48,170
Cozumel	7,468	7,544	7,592	7,714	7,684	7,432
Felipe Carrillo Puerto	14,429	14,583	14,226	14,369	13,982	13,886
Isla Mujeres	2,051	2,136	2,144	2,097	2,153	1,998
José María Morelos	8,974	8,907	8,949	9,506	8,975	8,795
Lázaro Cárdenas	5,227	5,323	5,248	5,404	5,439	5,233
Othón P. Blanco	20,617	20,064	19,846	20,373	19,693	18,702
Puerto Morelos	9,386	10,576	10,026	10,012	9,288	9,531
Solidaridad	2,248	2,254	2,115	2,042	1,908	1,909
Tulum	5,516	5,627	5,562	5,587	5,879	5,853
Total	136,414	136,933	136,432	141,713	134,604	129,336

Fuente: Elaboración propia con datos del SIGE.

Tabla 18. Matrícula de los planteles | 2018-2023

Año	Alumnos	TMAC
2018	136,414	-
2019	136,933	0.38%
2020	136,432	-0.37%
2021	141,713	3.87%
2022	134,604	-5.02%
2023	129,336	-3.91%

Fuente: Elaboración propia con datos del SIGE.

Si bien la TMAC observada entre 2018 y 2023 muestra variaciones importantes, incluyendo incrementos atípicos en 2021 y una caída significativa en 2023, estos comportamientos están fuertemente influenciados por los efectos extraordinarios de la pandemia de COVID-19 en la matrícula escolar. Dichas distorsiones hacen que la TMAC histórica no sea un indicador confiable para proyectar la demanda futura. Por esta razón, y con el fin de adoptar un criterio conservador y metodológicamente sólido, se definió un crecimiento anual de 0.65%, el cual permite realizar estimaciones prudentes de la matrícula esperada en los próximos años, evitando sobreestimar la demanda potencial y asegurando que las proyecciones sean consistentes con tendencias más estables del sistema educativo.

Tabla 19. Proyección de la matrícula escolar | 2024-2048

Año	Totales	TMAC
2024	130,177	
2025	131,023	0.65%
2026	131,874	0.65%
2027	132,732	0.65%
2028	133,594	0.65%
2029	134,463	0.65%
2030	135,337	0.65%
2031	136,216	0.65%
2032	137,102	0.65%
2033	137,993	0.65%
2034	138,890	0.65%
2035	139,793	0.65%
2036	140,701	0.65%
2037	141,616	0.65%
2038	142,537	0.65%
2039	143,463	0.65%
2040	144,396	0.65%
2041	145,334	0.65%
2042	146,279	0.65%
2043	147,230	0.65%
2044	148,187	0.65%
2045	149,150	0.65%
2046	150,119	0.65%
2047	151,095	0.65%
2048	152,077	0.65%

Fuente: Elaboración propia.

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

En el periodo proyectado, se identifica una carencia significativa de infraestructura en el exterior de las aulas de los planteles analizados, lo que repercute de manera significativa en la calidad percibida de las instalaciones. Esta calidad ha sido clasificada como “muy baja” de manera constante durante todos los años del horizonte de evaluación del estudio, debido a la insuficiencia de elementos básicos que garanticen condiciones óptimas. Uno de los factores determinantes en esta evaluación es la falta de espacios adecuados para realizar actividades escolares en exteriores. La ausencia de techos o estructuras que brinden protección contra las inclemencias del tiempo, como domos escolares, expone a los estudiantes a condiciones climáticas adversas, incluyendo altas temperaturas, lluvias y radiación solar intensa. Adicionalmente, como se explicó en la sección 2.1.5, la exposición prolongada a condiciones ambientales desfavorables puede provocar diversos malestares en los alumnos.

Por lo tanto, la clasificación de la calidad de la infraestructura como “Muy Baja” en este análisis responde, principalmente, a la ausencia de techos en espacios exteriores. Esto resalta la necesidad de intervenciones estratégicas para garantizar entornos educativos adecuados que favorezcan el aprendizaje y el bienestar de la comunidad escolar.

Tabla 20. Interacción Oferta-Demanda

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de domo	# de Estudiantes beneficiados	Calidad de la infraestructura⁴
2025	1,018	0	0	Muy Baja
2026	1,018	0	0	Muy Baja
2027	1,018	0	0	Muy Baja
2028	1,018	0	0	Muy Baja
2029	1,018	0	0	Muy Baja
2030	1,018	0	0	Muy Baja
2031	1,018	0	0	Muy Baja
2032	1,018	0	0	Muy Baja
2033	1,018	0	0	Muy Baja
2034	1,018	0	0	Muy Baja
2035	1,018	0	0	Muy Baja
2036	1,018	0	0	Muy Baja
2037	1,018	0	0	Muy Baja
2038	1,018	0	0	Muy Baja
2039	1,018	0	0	Muy Baja
2040	1,018	0	0	Muy Baja
2041	1,018	0	0	Muy Baja
2042	1,018	0	0	Muy Baja
2043	1,018	0	0	Muy Baja
2044	1,018	0	0	Muy Baja
2045	1,018	0	0	Muy Baja
2046	1,018	0	0	Muy Baja
2047	1,018	0	0	Muy Baja
2048	1,018	0	0	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia.

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

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 (Lineamientos), en esta sección se describen y analizan las 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 menor costo, entre otras que serían realizadas en caso de no llevarse a cabo el Proyecto. De conformidad con los Lineamientos, para el análisis de las medidas de optimización, los costos de implementación de dichas medidas de optimización habrán de mantenerse por debajo del 10% del monto total de inversión previsto para el Proyecto.

Dado lo anterior, la optimización seleccionada se trata de 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 de policloruro de vinilo (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 a 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 9. Domo tipo 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 21. Componentes del Domo tipo Velaria

(cifras expresas en pesos mexicanos)

Concepto	Precio M ² Ligero	Precio M ² 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 22. Inversión Total | Domos Tipo Velaria

(cifras expresas en pesos mexicanos)

Concepto	Domo velaria Ligero	Domo velaria Arcotecho
Precio M ²	\$2,140	\$852
M ² domos velaria	150 m ²	150 m ²
# de domos	455	563
Total	\$146,055,000	\$71,951,400

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

La inversión total asciende a \$218,006,400, lo cual representa el 9.70% de la inversión total del Proyecto, 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 las alternativas de domos seleccionadas y que se describen la sección de 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, lo que 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 graves problemas, 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. 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 menor, ya que la vida útil se estima en alrededor de 10 años. 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 en el largo plazo resulta menos favorable debido a los elevados costos de mantenimiento y la necesidad de reemplazos frecuentes. En contraste, los sistemas arcotecho y ligeros, al ser más duraderos y resistentes, representan una inversión más rentable a lo largo del tiempo.

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 1,018 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, de largo plazo, seguras y con 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, se contará con un mayor número de planteles que dispondrán de un domo escolar dentro de sus instalaciones. Actualmente, en la Situación Actual del Proyecto, existen 935 planteles escolares con domos; en tanto que, con la implementación de la medida de optimización, es decir, en la Situación sin Proyecto, el número se incrementaría a 1,953 escuelas. Esta etapa del Proyecto permitirá ampliar la cobertura a un 73% de los planteles correspondientes a los niveles educativos considerados, mediante la instalación de estructuras de distintos materiales, contribuyendo así a mejorar las condiciones escolares y la calidad educativa de los estudiantes. Cabe señalar que esta mejora se reflejaría únicamente entre los años 2025 y 2037, dentro del horizonte de evaluación. Lo anterior se detallará en la sección 3.4 del presente estudio.

Tabla 23. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación sin Proyecto.

Municipio	# de planteles
Bacalar	192
Benito Juárez	419
Cozumel	52
Felipe Carrillo Puerto	350
Isla Mujeres	25
José María Morelos	204
Lázaro Cárdenas	110
Othón P. Blanco	382
Puerto Morelos	23
Solidaridad	125
Tulum	71
Total	1,953

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

Con el objetivo de reflejar de manera más representativa el cambio, en la siguiente tabla se muestra únicamente el número de domos que se invertirían en esta etapa, excluyendo aquellos ya existentes o los correspondientes a la primera etapa.

Tabla 24. Oferta en la Situación sin Proyecto

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura con domo
2025	1,018	200
2026	1,018	600
2027	1,018	1,018
2028	1,018	1,018
2029	1,018	1,018
2030	1,018	1,018
2031	1,018	1,018
2032	1,018	1,018
2033	1,018	1,018
2034	1,018	1,018
2035	1,018	1,018
2036	1,018	818
2037	1,018	418
2038	1,018	-
2039	1,018	-
2040	1,018	-
2041	1,018	-
2042	1,018	-
2043	1,018	-
2044	1,018	-
2045	1,018	-
2046	1,018	-
2047	1,018	-
2048	1,018	-

Fuente: Elaboración propia.

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 1,018 planteles escolares.

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

Con la implementación de la medida de optimización, los 1,018 planteles escolares contarían con infraestructura que ofrecería resguardo parcial a los estudiantes frente a condiciones climáticas adversas. No obstante, esta mejora sería de carácter temporal, ya que su efectividad total se limitaría a los primeros diez años posteriores a la instalación, es decir, durante el periodo 2025-2035 del horizonte de evaluación. A partir de entonces, la infraestructura comenzaría a deteriorarse progresivamente hasta volverse inoperante, lo que implicaría un retorno a la situación inicial de ausencia de techos en exteriores. Durante la vigencia de la mejora, la calidad percibida de la infraestructura aumentaría de un nivel “Muy Bajo” a “Regular”, representando un avance respecto a la situación actual. Sin embargo, esta mejora sería limitada y no constituiría una solución sostenible. La temporalidad de la intervención, junto con la vulnerabilidad de los materiales utilizados, impediría garantizar la permanencia de los beneficios esperados, generando incertidumbre sobre su continuidad a largo plazo.

Uno de los principales factores que limitan la efectividad de la medida de optimización, es la idoneidad de las velarias en el estado de Quintana Roo. Dado el clima extremo de la región, caracterizado por altas temperaturas, intensa radiación solar y una marcada incidencia de huracanes y fuertes vientos, las velarias presentan un desempeño deficiente en términos de durabilidad y funcionalidad. Su estructura ligera, aunque facilita la instalación inicial, no ofrece la resistencia necesaria para soportar condiciones meteorológicas adversas a largo plazo, lo que las hace susceptibles a deterioro acelerado y un potencial colapso. Además, al contar con una vida útil estimada de solo 10 años, su implementación derivaría en dos escenarios inevitables a partir del año 12 de manera parcial (2036) y de manera definitiva en el año 14 (2038):

1. **Deterioro y pérdida de funcionalidad.** La calidad de la infraestructura en los espacios exteriores volvería a clasificarse como “Muy Baja” debido al desgaste estructural de las velarias. Esto reestablecería las condiciones previas al Proyecto, exponiendo nuevamente a los estudiantes a temperaturas extremas y precipitaciones intensas, lo que afectaría negativamente su bienestar, actividades académicas y la experiencia educativa en general.

2. **Reinversiones y costos de mantenimiento recurrentes.** Para restablecer la funcionalidad de la infraestructura, se requeriría una nueva inversión en la instalación de velarias, generando un costo adicional para el Estado sin garantizar una solución definitiva. Esto se traduciría en una estrategia económica ineficiente, ya que los recursos destinados a esta intervención serían recurrentes y no generarían un beneficio sostenido en el tiempo.

En el escenario evaluado de la medida de optimización, se asume que no se realizaría una reinversión en la instalación de nuevos domos tipo velaria, lo que llevaría a una regresión en las condiciones de infraestructura de los planteles. En consecuencia, los estudiantes volverían a carecer de espacios exteriores con techos, lo que restablecería las problemáticas previamente identificadas en la situación actual. En contraste, la alternativa seleccionada del Proyecto, que considera la instalación de domos tipo ligero y arcotecho, representa una solución con un mayor horizonte de vida útil, adaptada a las condiciones climáticas de la región y con un retorno de inversión más eficiente. Estas estructuras ofrecen una mayor resistencia frente y seguridad ante fenómenos meteorológicos extremos y aseguran la permanencia de los beneficios asociados a la disponibilidad de espacios protegidos para el desarrollo de actividades escolares, recreativas y deportivas. Por lo tanto, si bien la medida de optimización representa una mejora temporal, no resuelve de manera integral la problemática de la ausencia de infraestructura en los planteles educativos. Su implementación ofrece limitaciones técnicas, operativas y financieras que comprometen su viabilidad a largo plazo, lo que refuerza la necesidad de optar por soluciones más eficientes y sostenibles en el tiempo, como las planteadas en la alternativa seleccionada del Proyecto.

Tabla 25. Interacción Oferta-Demanda

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de techo	# de Estudiantes beneficiados	Calidad de la infraestructura⁵
2024	1,018	0	130,177	Muy Baja
2025	1,018	200	131,023	Regular/Muy Baja
2026	1,018	600	131,874	Regular/Muy Baja
2027	1,018	1,018	132,732	Regular
2028	1,018	1,018	133,594	Regular
2029	1,018	1,018	134,463	Regular
2030	1,018	1,018	135,337	Regular
2031	1,018	1,018	136,216	Regular
2032	1,018	1,018	137,102	Regular
2033	1,018	1,018	137,993	Regular
2034	1,018	1,018	138,890	Regular
2035	1,018	1,018	139,793	Regular
2036	1,018	818	112,561	Regular/Muy Baja
2037	1,018	418	56,646	Regular/Muy Baja
2038	1,018	-	-	Muy Baja
2039	1,018	-	-	Muy Baja
2040	1,018	-	-	Muy Baja
2041	1,018	-	-	Muy Baja
2042	1,018	-	-	Muy Baja
2043	1,018	-	-	Muy Baja
2044	1,018	-	-	Muy Baja
2045	1,018	-	-	Muy Baja
2046	1,018	-	-	Muy Baja
2047	1,018	-	-	Muy Baja
2048	1,018	-	-	Muy Baja

Fuente: Elaboración propia.

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

3.5 Alternativas de solución

El desarrollo de un análisis de alternativas resulta fundamental al desarrollar un proyecto de infraestructura social. Dado el costo de inversión y el potencial impacto en los beneficiarios, es importante evaluar alternativas para determinar los materiales más eficientes para su ejecución. Para el presente Proyecto se contrastaron los domos tipo arcotecho y ligero, con domos tipo arcotecho y ligero, pero con un distinto tipo de material de construcción, el acero galvanizado.

– Descripción General y Técnica del domo arcotecho

El domo arcotecho es una estructura de autosoporte con cubierta metálica ondulada TO-100, que abarca una superficie de 8.00 x 5.00 m. Su construcción incluye cimentación con zapatas aisladas de concreto reforzado, dados estructurales y anclajes de acero para garantizar estabilidad. La estructura cuenta con columnas de acero de 4.50 m de altura, soldadas a placas base reforzadas.

La cubierta está formada por largueros y trabes de acero, con fijación de lámina TO-100, faldón y canalón galvanizado para el manejo de aguas pluviales, incluyendo un bajante de 4" con codos de 90°. Además, se integran instalaciones eléctricas con luminarias de sobreponer, conducción en tubería Conduit galvanizada y un centro de cargas con interruptores termomagnéticos. La interconexión eléctrica exterior se complementa con un tablero principal, varilla de puesta a tierra, cableado de diferentes calibres y registros eléctricos protegidos en encofrado de concreto.

– Proceso Constructivo

El proceso constructivo inicia con la preparación del terreno, que incluye la limpieza, trazo y nivelación del área para eliminar obstáculos y garantizar una superficie estable. Posteriormente, se realiza la excavación para la cimentación mediante zapatas aisladas que servirán de apoyo para las columnas y la estructura del arcotecho.

Para la fabricación del arco rolado, se cortan las láminas con las dimensiones requeridas y se les da forma mediante maquinaria especializada, asegurando precisión y calidad en las curvas. Una vez conformados los arcos, se someten a un proceso de acabado que incluye galvanizado, pintura o recubrimientos especiales para mejorar su durabilidad y estética. El montaje de la estructura comienza con la colocación y cimentación de las columnas metálicas, asegurando su correcta alineación y nivelación.

Posteriormente, se instalan los tubos metálicos rolados (T-1), los cuales se sueldan a las columnas, seguidos de los largueros que servirán de soporte para la lámina rolada. Una vez instaladas las trabes y largueros, se fija la cubierta metálica mediante soldadura.

Como elementos complementarios, se colocan faldones, bajantes pluviales y tensores para reforzar la estabilidad estructural. Tras el montaje de la cubierta, se aplican dos capas de pintura anticorrosiva y tres capas de esmalte sobre todos los elementos metálicos del arcotecho. Finalmente, se instalan las 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. Para concluir, se coloca una lona institucional en los faldones del arcotecho, dando por finalizada la ejecución de la obra.

– **Descripción General y Técnica del domo ligero**

La construcción del domo metálico de 30.00 x 17.00 m inicia con la cimentación, que incluye la excavación de material tipo “B” y “C”, la colocación de una plantilla de concreto $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ y la construcción de zapatas de concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ reforzadas con varillas y anclas. Posteriormente, se construyen columnas de concreto de 50 cm de diámetro, reforzadas con varillas y estribos, y protegidas con pintura especial. La estructura metálica se compone de tubos estructurales anclados a las columnas, montajes fijados con placas de acero y riostras con contravientos de redondo liso. La cubierta se instala con lámina galvanizada calibre 24, faldones, canalones y bajantes pluviales conectados a tuberías de PVC.

Las instalaciones eléctricas incluyen alumbrado con tubería conduit galvanizada, registros, salidas de contacto y un tablero de 8 circuitos con interruptores termomagnéticos. Se instalan luminarias tipo campana sujetas a la estructura con varillas y cadenas. La obra eléctrica exterior se interconecta con el tablero principal mediante varilla Cooperweld y cableado, con tubería conduit de PVC y registros prefabricados. Se construye un muro de carga con block y concreto armado para el centro de cargas, finalizando con la instalación de un interruptor I-Line con protección metálica.

– **Proceso Constructivo**

La construcción del domo ligero inicia con la preparación del terreno, que comprende la limpieza, trazo y nivelación del área para eliminar obstáculos y garantizar un terreno adecuado para la cimentación. A continuación, se realiza la excavación y cimentación, donde se colocan zapatas aisladas diseñadas para soportar las columnas y la estructura del domo. Durante esta fase, se lleva a cabo el ensamble de la estructura de alma abierta (cerchas), la cual se conforma por una cuerda superior e inferior de tubos de 3 pulgadas de diámetro, además de tubos horizontales y diagonales de 3 y 2 pulgadas. Todos los elementos estructurales se unen mediante soldadura con electrodos E7018 de 1/8". Una vez cimentadas las columnas de concreto y colocadas las placas superiores, inicia el montaje de la estructura de alma abierta (cerchas), las cuales se sueldan a las placas previamente instaladas en las columnas. 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. Finalmente, se instalan los elementos complementarios como faldones, bajantes pluviales y contravientos.

Tras el montaje de la estructura, se aplica un proceso de acabado y protección que consiste en dos capas de pintura anticorrosiva y tres capas de esmalte sobre todos los elementos metálicos. Para completar la obra, se instalan las instalaciones eléctricas y pluviales, que incluyen 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, dando por concluida la construcción.

– **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 y encapsulamiento del área mediante un tapial perimetral para garantizar la seguridad. Luego, se realiza un levantamiento topográfico, seguido de la tala, retiro de mobiliario urbano y limpieza de la zona. Posteriormente, se trazan y excavan las 10 zapatas aisladas según el diseño estructural, asegurando la compactación del suelo al 95% de su PVSM. Se instalan plantillas de concreto, se coloca el acero de refuerzo y la cimbra, y se procede al colado de zapatas y dados de anclaje con concreto premezclado certificado.

Para la estructura metálica, se instalan placas base y columnas, seguidas de trabes y largueros, asegurando alineación y fijación mediante soldadura certificada. La cubierta de lámina ondulada se coloca con fijaciones galvanizadas y se integran canalones y bajantes para el desalojo pluvial. Finalmente, se instalan canalizaciones eléctricas, luminarias y cableado, realizando pruebas para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema de iluminación antes de la entrega de la obra.

– **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 y encapsulamiento del área mediante un tapial perimetral para garantizar la seguridad. Luego, se realiza un levantamiento topográfico, seguido de la limpieza, retiro de mobiliario urbano y preparación del terreno. Posteriormente, se trazan y excavan las zapatas aisladas, compactando el suelo al 95% de su PVSM. Se instalan plantillas de concreto, se coloca el acero de refuerzo y la cimbra, y se procede al colado de zapatas y dados de anclaje con concreto premezclado certificado.

Para la estructura metálica, se instalan placas base y columnas, seguidas del montaje de trabes de alma abierta, largueros y contraventeos, asegurando alineación y fijación mediante soldadura certificada. La cubierta de lámina galvanizada se coloca con fijaciones adecuadas, integrando canalones y bajantes pluviales. Finalmente, se instalan canalizaciones eléctricas, luminarias y cableado, realizando pruebas para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de iluminación antes de la entrega de la obra.

– **Inversión de las alternativas**

Tabla 26. 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 27. 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 563 domos arcotecho de acero galvanizado y 455 domos ligero de acero galvanizado la inversión total de la alternativa asciende a **\$3,186,473,094.90** (tres mil ciento ochenta y seis millones cuatrocientos setenta y tres mil noventa y cuatro 90/100 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 24 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

A fin de comparar la eficiencia relativa del Proyecto, se presentan los flujos de costos asociados a las dos alternativas descritas. Ambas incluyen los conceptos de inversión, mantenimiento preventivo y correctivo durante el horizonte de evaluación (2025-2048), descontados a una tasa del 10%. Esta comparación permite estimar el Valor Presente de los Costos (VPC) y calcular el Costo Anual Equivalente (CAE) para cada opción, con el objetivo de identificar la solución más costo-eficiente para el estado.

Tabla 28. Flujo de Costos de la Alternativa Desechada.

Año	HE	Inversión	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	VPC
2025	0	637,294,619	-	-	637,294,619
2026	1	1,274,589,238	29,145,448	-	1,185,213,351
2027	2	1,274,589,238	87,436,345	-	1,125,640,978
2028	3	-	145,727,241	-	109,487,033
2029	4	-	145,727,241	-	99,533,667
2030	5	-	145,727,241	-	90,485,152
2031	6	-	145,727,241	-	82,259,229
2032	7	-	145,727,241	-	74,781,117
2033	8	-	145,727,241	-	67,982,834
2034	9	-	145,727,241	-	61,802,576
2035	10	-	145,727,241	68,344,828	82,534,050
2036	11	-	145,727,241	136,689,655	98,985,399
2037	12	-	145,727,241	136,689,655	89,986,727
2038	13	-	145,727,241	-	42,211,991
2039	14	-	145,727,241	-	38,374,537
2040	15	-	145,727,241	-	34,885,943
2041	16	-	145,727,241	-	31,714,494
2042	17	-	145,727,241	-	28,831,358
2043	18	-	145,727,241	-	26,210,325
2044	19	-	145,727,241	-	23,827,568
2045	20	-	145,727,241	68,344,828	31,820,449
2046	21	-	145,727,241	136,689,655	38,163,156
2047	22	-	145,727,241	136,689,655	34,693,779
2048	23	-	145,727,241	-	16,274,550

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

El valor presente de los costos asciende a \$4,152,994,880.35, por lo que su Costo Anual Equivalente es de **\$467,510,161.64**.

Asimismo, se calcularon los costos de inversión, así como los costos de operación y mantenimiento asociados a la alternativa seleccionada. Para mayor detalle, puede consultarse la sección 4.5 *Monto total de Inversión*. A continuación, se presenta un resumen del flujo de costos correspondiente a dicha alternativa.

Tabla 29. Flujo de Costos de la Alternativa Seleccionada.

Año	HE	Inversión	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	VPC
2025	0	449,430,070	-	-	449,430,070
2026	1	898,860,140	29,131,629	-	843,628,881
2027	2	898,860,140	87,394,886	-	815,086,798
2028	3	-	145,658,143	-	109,435,119
2029	4	-	145,658,143	-	99,486,471
2030	5	-	145,658,143	-	90,442,247
2031	6	-	145,658,143	-	82,220,224
2032	7	-	145,658,143	-	74,745,658
2033	8	-	145,658,143	-	67,950,599
2034	9	-	145,658,143	-	61,773,271
2035	10	-	145,658,143	99,923,697	94,682,430
2036	11	-	145,658,143	199,847,394	121,097,583
2037	12	-	145,658,143	199,847,394	110,088,712
2038	13	-	145,658,143	-	42,191,976
2039	14	-	145,658,143	-	38,356,341
2040	15	-	145,658,143	-	34,869,401
2041	16	-	145,658,143	-	31,699,456
2042	17	-	145,658,143	-	28,817,687
2043	18	-	145,658,143	-	26,197,897
2044	19	-	145,658,143	-	23,816,270
2045	20	-	145,658,143	99,923,697	36,504,176
2046	21	-	145,658,143	199,847,394	46,688,360
2047	22	-	145,658,143	199,847,394	42,443,964
2048	23	-	145,658,143	-	16,266,833

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

El valor presente de los costos asciende a \$3,387,920,425.31, por lo que su Costo Anual Equivalente es de **\$381,384,343.41**.

– **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 debido a las siguientes razones:

- La alternativa seleccionada presenta un 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 términos cuantitativos, la alternativa seleccionada presenta un CAE de \$381,384,343, mientras que la alternativa desechada asciende a \$467,510,161, lo que representa un ahorro anual estimado de \$86,125,818, equivalente a una reducción del 18.4% respecto al costo de la opción descartada.
- 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, generado 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 el Proyecto de Inversión

4.1 Descripción general

De acuerdo con el numeral 2 de los Lineamientos, la Construcción de 1,018 domos ligeros y arcotechos, del Programa de Domos en escuelas 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 1,018 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 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 10. Render domo arcotecho



Fuente: IFEQROO

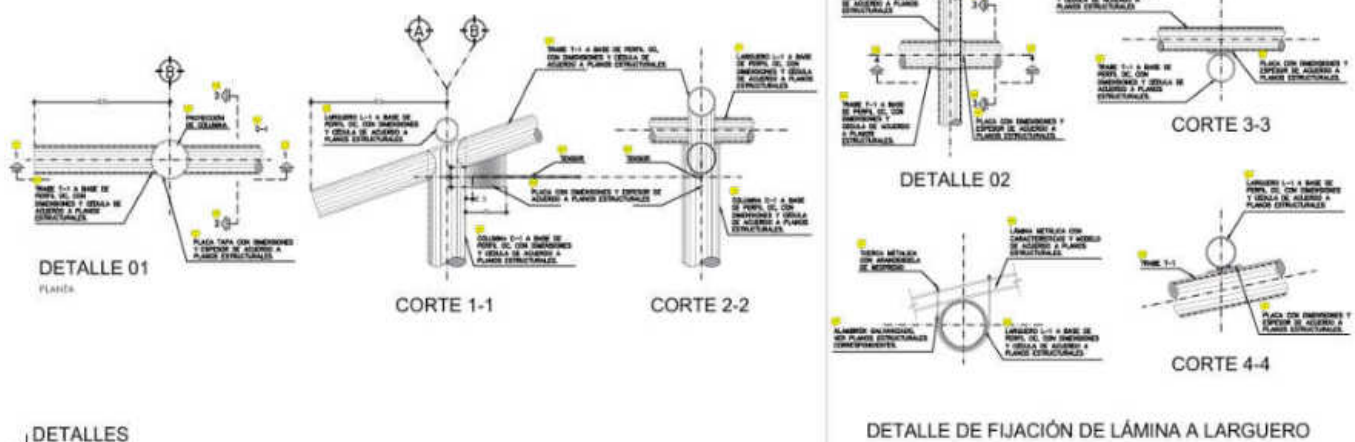
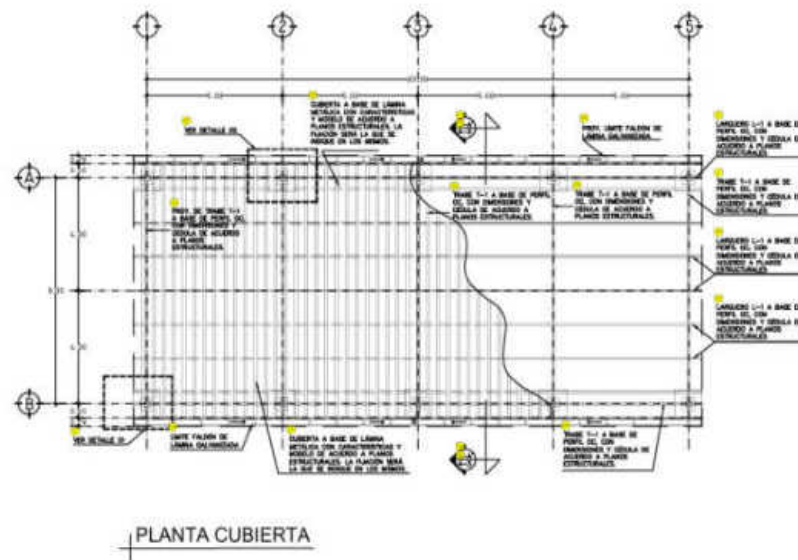
– Proceso constructivo

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.

En las siguientes imágenes, se presentan planos estructurales y constructivos de los domos que se utilizarán en el Proyecto.

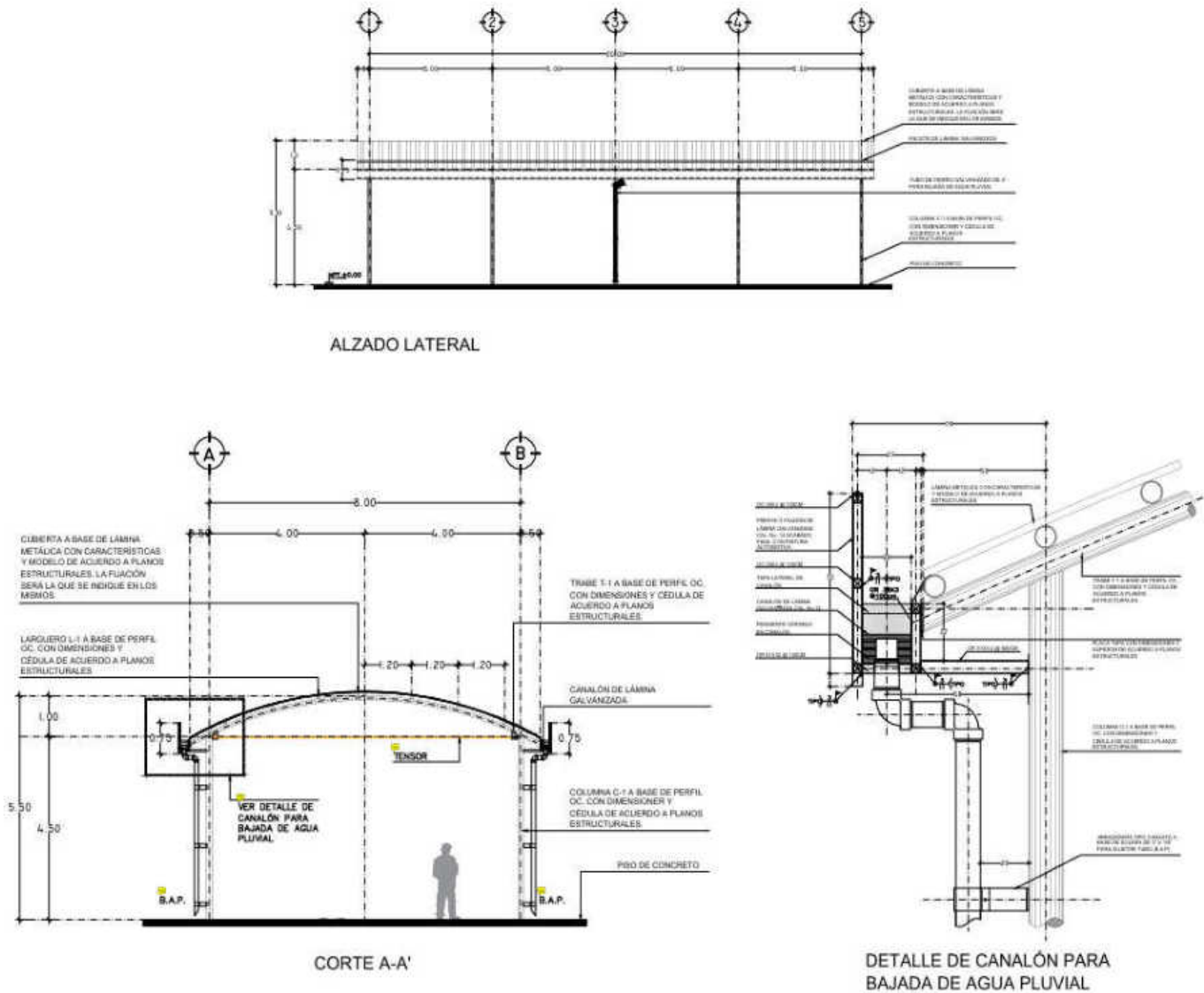
Figura 11. Plano domo arcotecho



Fuente: IFEQROO.

En la figura 11 (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.

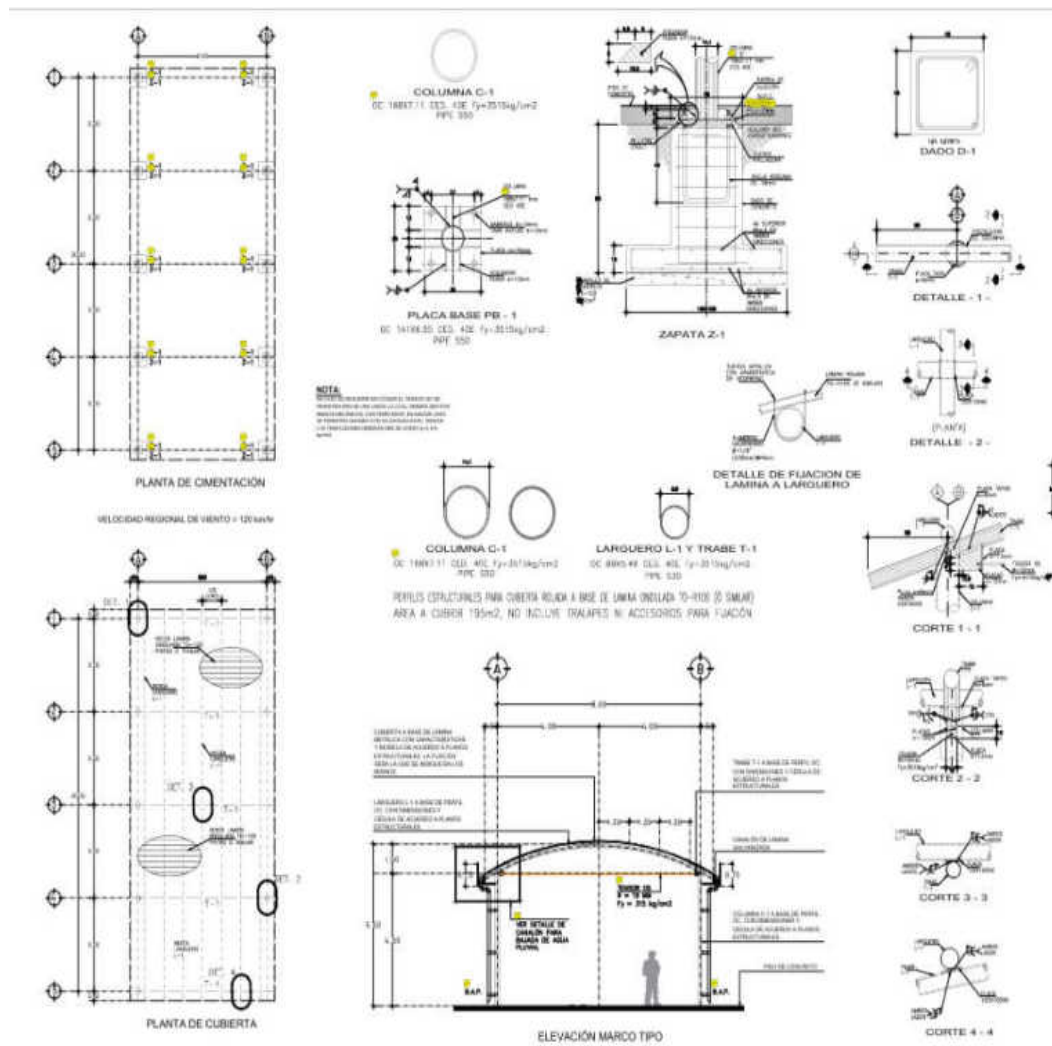
Figura 12. Plano domo arcotecho



Fuente: IFEQROO.

En la figura 12 (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.

Figura 13. Plano domo arcotecho



Fuente: IFEQROO.

La figura 13 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 trabes para ilustrar el ensamblaje.

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 $f'c=150$ 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. El proceso contempla también la construcción de columnas de concreto de 50 cm de diámetro, cimbradas con sonotubo y concreto premezclado de $f'c=250$ kg/cm² 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 $f'c=100$ kg/cm²; 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 14. Render domo ligero



Fuente: IFEQROO.

– Proceso constructivo

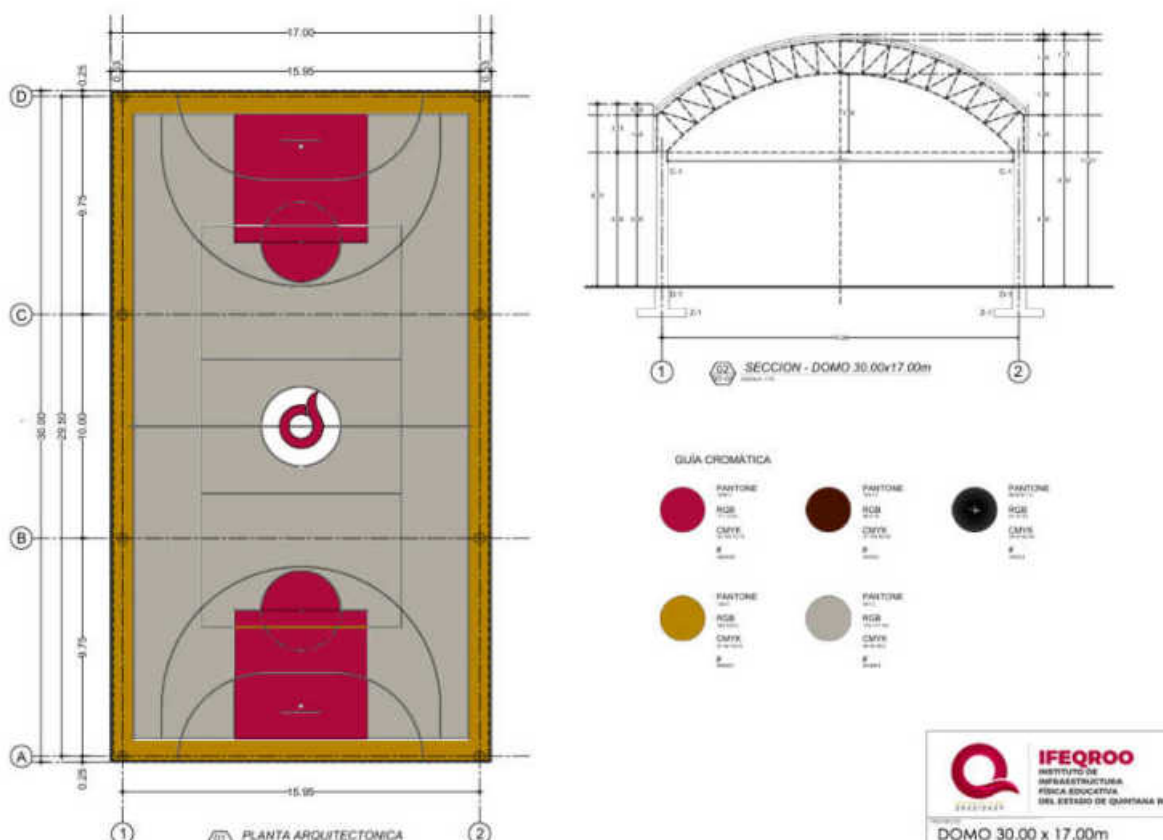
La preparación del terreno comienza con la limpieza, trazo y nivelación del área donde se construirá la estructura para eliminar obstáculos y nivelar el suelo. Posteriormente, se realiza la excavación para colocar la cimentación mediante zapatas aisladas que soportarán las columnas y la estructura del 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 sueldan 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.

En las siguientes imágenes, se presentan planos estructurales y constructivos de los domos que se utilizarán en el Proyecto.

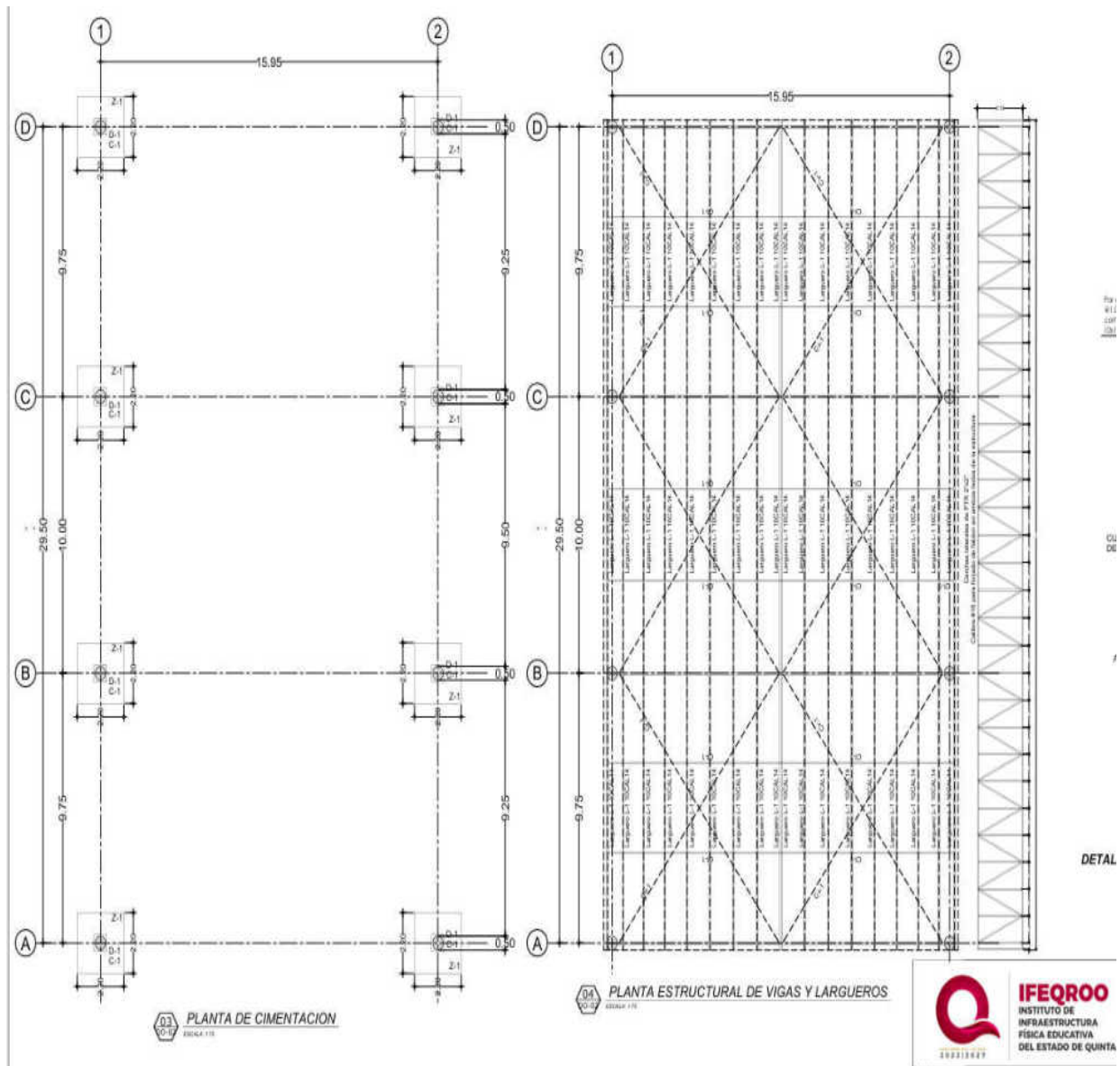
Figura 15. Plano domo ligero



Fuente: IFEQROO.

En la figura 15 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.

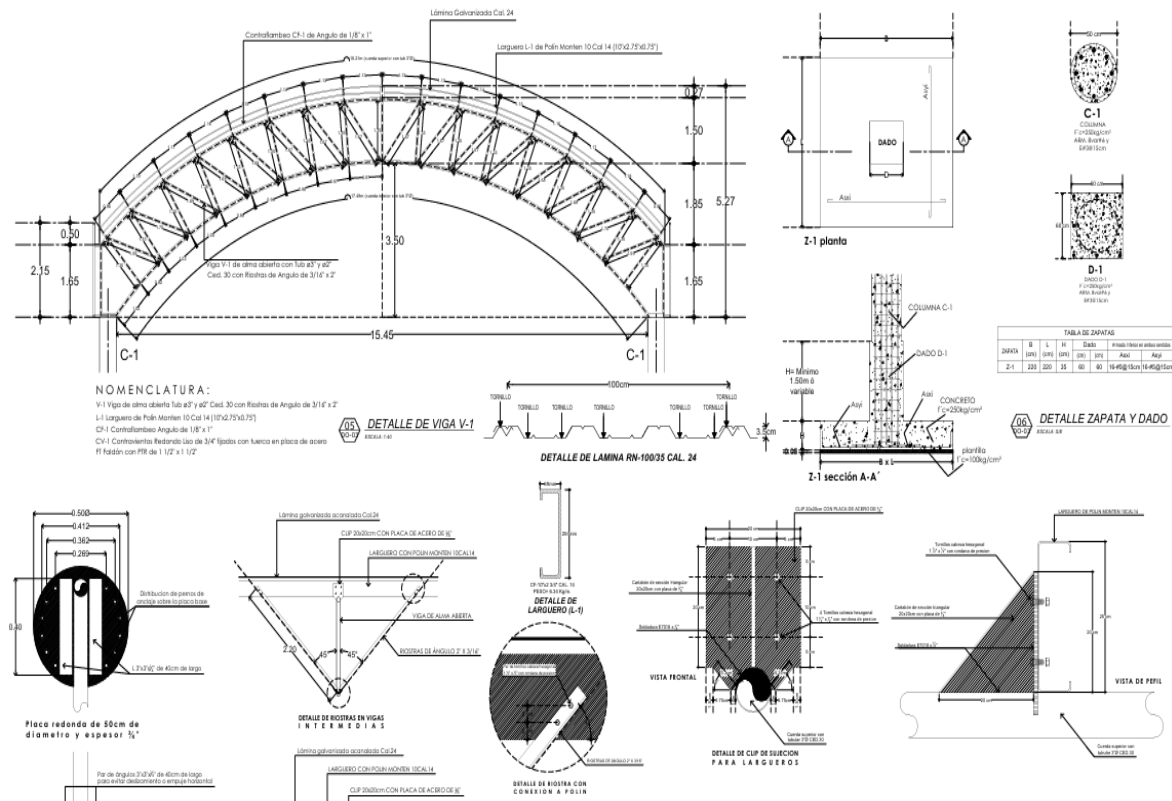
Figura 16. Plano domo ligero



Fuente: IFEQROO.

En la figura 16 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.

Figura 17. Plano domo ligero



Fuente: IFEQROO.

En la figura 17 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.

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 30. 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

Objetivos	Estrategias y líneas de acción
	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	Estrategia 15.1.1 Atender las necesidades y solicitudes de infraestructura en las zonas rurales y urbanas

Objetivos	Estrategias y líneas de acción
relacionadas con el ordenamiento territorial, la recuperación de espacios públicos, el fomento de la cultura de preservación y conservación del medio ambiente y patrimonio.	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	Estrategia III.1.2: Mejorar la infraestructura educativa del municipio.

Objetivos	Estrategias y líneas de acción
Objetivo III.1: Impulsar una mejor educación para la gente.	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 I.4.: Educación con Resultados	I.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 I.4.1.3. Promover la coordinación interinstitucional para el desarrollo de programas, proyectos y acciones que tengan impacto en el sector educativo del municipio. I.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 I.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

Objetivos	Estrategias y líneas de acción
	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, 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

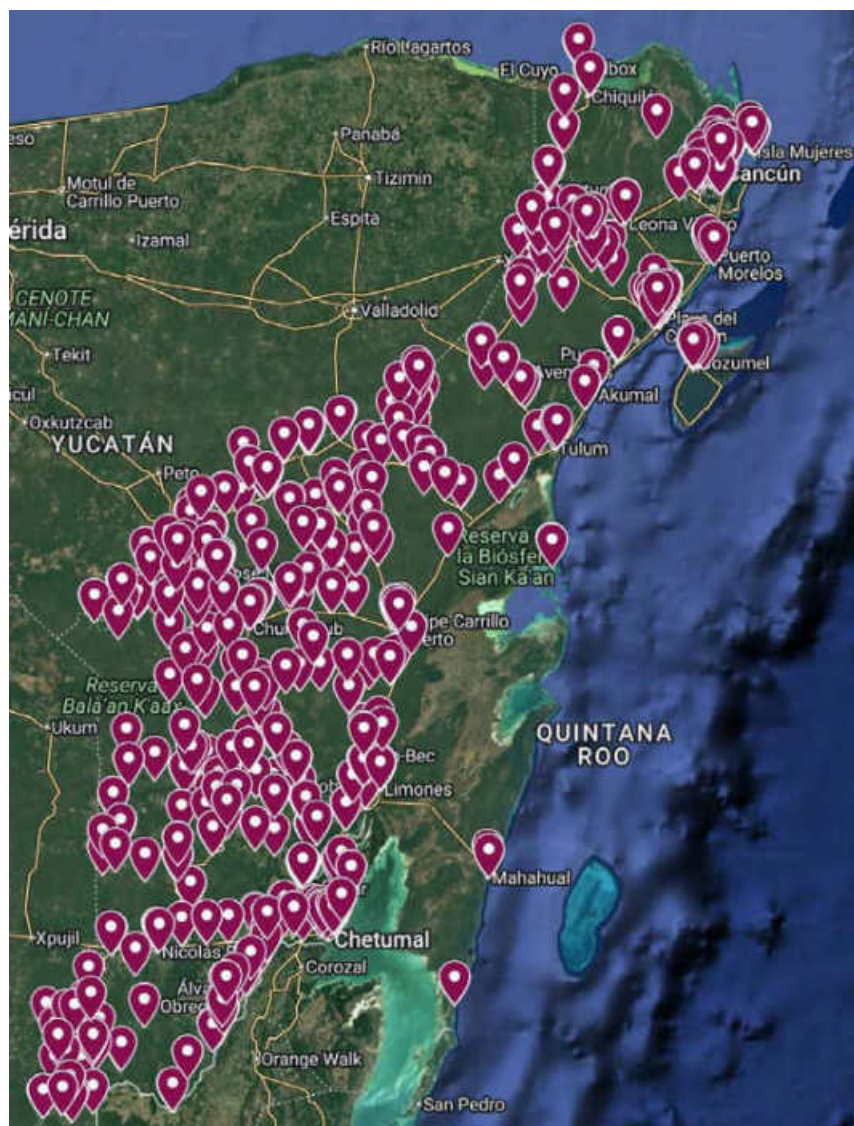
Objetivos	Estrategias y líneas de acción
	Línea de acción 2.5.14 Impulsar actividades recreativas, deportivas y culturales que fomenten el desarrollo integral.
Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 de Bacalar	
Eje 1: Juntos por las familias Objetivo A: Desarrollo comunitario orientado al bienestar de 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. Programa 9: Construcción y mejoramiento de la infraestructura, y servicios públicos de calidad	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. 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 porto morelenses. 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 1,018 escuelas de los once municipios que conforman el estado de Quintana Roo, por lo que éste no se implementará solamente en un polígono. Las coordenadas exactas se encuentran como anexo en hojas de cálculo. A continuación, se presenta un mapa en donde se encuentran ubicadas dichas escuelas.

Figura 18. Escuelas sujetas a intervención del estado de Quintana Roo.



Fuente: Google Earth

Tabla 31. Distribución de los planteles educativos

Municipio	# de planteles
Bacalar	111
Benito Juárez	202
Cozumel	31
Felipe Carrillo Puerto	188
Isla Mujeres	11
José María Morelos	112
Lázaro Cárdenas	65
Othón P. Blanco	197
Puerto Morelos	11
Solidaridad	46
Tulum	44
Total	1,018

Fuente: Secretaría de Educación del Estado de Quintana Roo

4.4 Calendario de actividades

El calendario de actividades se estructuró de manera progresiva a fin de asegurar una implementación ordenada y acorde con la capacidad operativa del proyecto. Durante el segundo semestre de 2025 se prevé la construcción de 200 domos escolares, lo que permitirá iniciar los trabajos con una carga manejable y establecer los procesos necesarios para la etapa de mayor intensidad operativa. Para el año 2026, una vez consolidadas las capacidades técnicas y administrativas, se programó un incremento sustancial en el ritmo de ejecución, alcanzando 400 domos escolares, con lo cual se atenderá la fase central del proyecto y se avanzará en la mayor parte de las tareas programadas. Finalmente, en 2027 se contempla la realización de 418 domos escolares, destinados a concluir los trabajos pendientes, dar seguimiento a los avances obtenidos y asegurar el cierre adecuado de la operación.

4.5 Monto total de inversión

El presupuesto de inversión asciende a **\$2,247,150,350.22** (dos mil doscientos cuarenta y siete millones ciento cincuenta mil trescientos cincuenta 22/100 M.N) sin I.V.A., el cual se distribuye en los principales componentes de inversión del Proyecto. A continuación, se enlistan los elementos más relevantes considerados para la construcción del domo tipo 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 32. 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 33. 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.

En total, al considerar la construcción de 563 domos tipo arcotecho y 455 domos tipo ligero la inversión se muestra así.

Tabla 34. Inversión Total del Proyecto

Concepto	Monto
563 domos tipo arcotecho	\$919,027,076.47
455 domos tipo ligero	\$1,328,123,273.75
Subtotal	\$2,247,150,350.22
IVA	\$359,544,056.03
Total	\$2,606,694,406.25

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 35. Fuentes de financiamiento del Proyecto.

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

Fuente: Elaboración propia.

4.7 Capacidad instalada

La capacidad instalada de los domos escolares varía en función de sus dimensiones físicas, el tipo de actividades desarrolladas y la capacidad máxima de cada plantel escolar, factores que determinan el número de beneficiarios simultáneos. Para estimar el número de usuarios potenciales, se tomaron como referencia factores de ocupación establecidos en códigos y estándares internacionalmente reconocidos. Para actividades a pie, se adoptó un parámetro de 0.65 metros cuadrados por persona, conforme a lo señalado en el International Building Code (IBC), que establece un factor de carga de ocupación de 7 pies cuadrados por persona para espacios de asamblea sin asientos fijos (IBC, 2021). Para eventos con asistentes sentados, se utilizó igualmente un factor de 0.65 metros cuadrados por persona, alineado con las disposiciones del NFPA 101: Life Safety Code (NFPA, 2021), aplicables a auditorios y espacios de reunión con asientos organizados en filas.

De acuerdo con las dimensiones del domo arcotecho, la capacidad de ocupación estimada es la siguiente:

- Actividades generales (recreo, eventos escolares): 62 personas,
- Eventos con asistentes sentados: 62 personas,

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

- Actividades generales (recreo, eventos escolares): 785 personas
- Sentados: 785 personas

Aunque el aforo varía conforme a las dimensiones del domo y las condiciones específicas de cada plantel, se prevé que todos los estudiantes se beneficien del uso de esta infraestructura a lo largo del ciclo escolar, mediante esquemas programados de utilización. Además, considerando un horizonte de evaluación de 24 años, la capacidad acumulada de beneficiarios se incrementará, garantizando impactos sostenibles en el fortalecimiento de la comunidad escolar.

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

Se prevé que, desde el primer año de implementación del Proyecto, todos los estudiantes de los planteles beneficiados puedan hacer uso pleno de los domos escolares. 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 1,018 domos escolares beneficien aproximadamente a 26,205 estudiantes en el 2025, 79,125 en el 2026, 132,732 en el 2027 y a 152,077 estudiantes en el 2048.

Al considerar las cifras proyectadas de la población estudiantil en los 1,018 planteles escolares a lo largo del horizonte de evaluación, se evidencia 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 depende de diversos factores, como la calidad de los materiales empleados, las condiciones ambientales, el uso que se les dé y las estrategias de mantenimiento. Se estima que su vida útil sea de aproximadamente 24 años; sin embargo, este periodo puede extenderse con un mantenimiento adecuado y la sustitución oportuna de componentes desgastados. Para maximizar su funcionalidad y garantizar la seguridad de los estudiantes y el personal administrativo y docente, es fundamental la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Esto permitirá identificar y atender deterioros menores antes de que comprometan la estructura. Asimismo, la ejecución de intervenciones mayores cuando sea necesario contribuirá a preservar la infraestructura en óptimas condiciones.

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

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 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. **La revisión concluye de manera satisfactoria, al confirmarse que el Proyecto se ajusta al marco jurídico vigente.**

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 para la fase de 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 en la situación con Proyecto

La implementación del Proyecto representa una mejora significativa en la infraestructura disponible para actividades escolares, culturales y deportivas. En este sentido, aunque la ejecución del Proyecto no modifica el número total de planteles escolares en Quintana Roo, sí genera un impacto importante 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.

El Proyecto contempla la intervención de 1,018 planteles educativos distribuidos en los once municipios del estado, lo que permitirá alcanzar una cobertura del 73% con infraestructura de domos en los niveles educativos considerados en esta etapa. Cada uno de estos planteles contará con un espacio cubierto, ya sea mediante domo tipo arcotecho o domo ligero, lo que representa un incremento sustancial en la calidad de la oferta de infraestructura escolar equipada para enfrentar las condiciones climatológicas adversas de la región.

Tabla 36. Número de planteles educativos con domos escolares en la situación con Proyecto.

Municipio	# de planteles
Bacalar	192
Benito Juárez	419
Cozumel	52
Felipe Carrillo Puerto	350
Isla Mujeres	25
José María Morelos	204
Lázaro Cárdenas	110
Othón P. Blanco	382
Puerto Morelos	23
Solidaridad	125
Tulum	71
Total	1,953

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el Instituto de Infraestructura Física del Estado de Quintana Roo (IFEQROO)

Con la instalación de los domos, cada plantel contará con un espacio adicional funcional, seguro y versátil que puede ser utilizado para actividades pedagógicas, deportivas, recreativas y de resguardo en caso de emergencias. A diferencia de la situación actual y la situación sin Proyecto, donde estos planteles carecían de infraestructura cubierta para actividades al aire libre durante todo el horizonte de evaluación, la situación con Proyecto permite una oferta mejorada y adecuada a las condiciones climáticas del estado, ya que están diseñados para soportar la alta humedad, calor extremo y precipitaciones intensas, lo que garantiza su funcionalidad continua a lo largo de los 24 años del horizonte de evaluación.

En resumen, la oferta educativa en la situación con Proyecto mejora significativamente en términos de calidad gracias a la instalación de domos escolares en 1,018 planteles, por lo que la oferta total con este tipo de infraestructura es de 1,953 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. Con el objetivo de reflejar de manera más representativa el cambio, en la siguiente tabla se muestra únicamente el número de domos que se construirían en las escuelas beneficiadas en esta etapa, excluyendo los ya existentes y los correspondientes a la primera etapa, así como la calidad de las instalaciones una vez concluida la construcción.

Tabla 37. Oferta en la Situación con Proyecto

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de techo	Calidad de la infraestructura⁶
2024	1,018	0	Muy Baja
2025	1,018	200	Muy Baja / Muy Buena
2026	1,018	600	Muy Baja / Muy Buena
2027	1,018	1,018	Muy Buena
2028	1,018	1,018	Muy Buena
2029	1,018	1,018	Muy Buena
2030	1,018	1,018	Muy Buena
2031	1,018	1,018	Muy Buena
2032	1,018	1,018	Muy Buena
2033	1,018	1,018	Muy Buena
2034	1,018	1,018	Muy Buena
2035	1,018	1,018	Muy Buena
2036	1,018	1,018	Muy Buena
2037	1,018	1,018	Muy Buena
2038	1,018	1,018	Muy Buena
2039	1,018	1,018	Muy Buena
2040	1,018	1,018	Muy Buena
2041	1,018	1,018	Muy Buena
2042	1,018	1,018	Muy Buena
2043	1,018	1,018	Muy Buena
2044	1,018	1,018	Muy Buena
2045	1,018	1,018	Muy Buena
2046	1,018	1,018	Muy Buena
2047	1,018	1,018	Muy Buena
2048	1,018	1,018	Muy Buena

Fuente: Elaboración propia.

⁶ Se refiere a la calidad de la infraestructura en el exterior de las aulas

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 1,018 planteles escolares.

4.13 Interacción oferta-demanda

La implementación del Proyecto de construcción de 1,018 domos escolares en el estado de Quintana Roo permite un ajuste favorable entre la oferta y la demanda de espacios adecuados para el desarrollo integral de la comunidad estudiantil. Esta sección analiza la interacción entre la nueva oferta de infraestructura de domos escolares y la demanda actual y proyectada de estudiantes beneficiados por el Proyecto, a lo largo del horizonte de evaluación 2025-2048. Durante el 2025 se estima que se beneficien aproximadamente a 26,205 estudiantes en el 2025, 79,125 en el 2026, 132,732 en el 2027 y a 152,077 estudiantes en el 2048, lo que representa la demanda efectiva que será atendida con infraestructura cubierta en la situación con Proyecto, mejorando significativamente las condiciones para el aprendizaje, la actividad física y la protección ante eventos climatológicos adversos lo que beneficiará en un mayor aprovechamiento del tiempo escolar mediante actividades programadas al aire libre, sin interrupciones.

Tabla 38. Interacción Oferta-Demanda

Año	# de planteles	# de planteles con Infraestructura de domos	# de estudiantes beneficiados	Calidad de la infraestructura⁷
2024	1,018	-	-	Muy Baja
2025	1,018	200	26,205	Muy Baja / Muy Buena
2026	1,018	600	79,125	Muy Baja / Muy Buena
2027	1,018	1,018	132,732	Muy Buena
2028	1,018	1,018	133,594	Muy Buena
2029	1,018	1,018	134,463	Muy Buena
2030	1,018	1,018	135,337	Muy Buena
2031	1,018	1,018	136,216	Muy Buena
2032	1,018	1,018	137,102	Muy Buena
2033	1,018	1,018	137,993	Muy Buena
2034	1,018	1,018	138,890	Muy Buena
2035	1,018	1,018	139,793	Muy Buena
2036	1,018	1,018	140,701	Muy Buena
2037	1,018	1,018	141,616	Muy Buena
2038	1,018	1,018	142,537	Muy Buena
2039	1,018	1,018	143,463	Muy Buena
2040	1,018	1,018	144,396	Muy Buena
2041	1,018	1,018	145,334	Muy Buena
2042	1,018	1,018	146,279	Muy Buena
2043	1,018	1,018	147,230	Muy Buena
2044	1,018	1,018	148,187	Muy Buena
2045	1,018	1,018	149,150	Muy Buena
2046	1,018	1,018	150,119	Muy Buena
2047	1,018	1,018	151,095	Muy Buena
2048	1,018	1,018	152,077	Muy Buena

Fuente: Elaboración propia.

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

En comparación con la situación actual y la situación sin Proyecto, donde los 1,018 planteles no contaban con infraestructura cubierta y enfrentaban limitaciones significativas en la realización de actividades escolares, la situación con Proyecto presenta un equilibrio positivo entre la oferta de infraestructura y la demanda educativa. Adicionalmente, incrementa la resiliencia del sistema educativo estatal ante fenómenos meteorológicos externos, como lluvias intensas, altas temperaturas o huracanes. En este sentido, los domos escolares operan como elementos estratégicos de mitigación y adaptación, alineados con políticas públicas en materia de educación. La situación con Proyecto permite cerrar la brecha existente entre la necesidad de espacios adecuados y la infraestructura disponible en los planteles intervenidos. Al dotar a cada escuela de un domo funcional y seguro, se garantiza que la oferta de infraestructura educativa esté alineada con la demanda actual y futura, fortaleciendo así la calidad del servicio educativo en el estado de Quintana Roo.

5. Evaluación del Proyecto de Inversión

Los beneficios del Proyecto se extienden a lo largo de su vida útil, la cual se estima en 24 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 de la SHCP, esta evaluación considera una tasa de descuento del 10%. Ésta se basa en la metodología propuesta por Arnold Harberger (1972), misma 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, 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 2025) y el flujo de los costos se genera de acuerdo con la información descrita en las secciones 4.4 *Calendario de inversión* y 4.5 *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 manera:

Tabla 39. Calendario de Inversión.

Concepto/Año	2025	2026	2027
Monto	\$449,430,070.04	\$898,860,140.09	\$898,860,140.09
Porcentaje	20%	40%	40%

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 563 domos arcotecho tienen un costo de inversión de \$919,027,076.47 y los 455 domos ligero se contabilizan en \$1,328,123,273.75. En las siguientes tablas se muestra el desglose por cada tipo de domo.

Tabla 40. Descripción de la inversión de 563 domos arcotecho de 5x8 metros

Concepto	Monto
Preliminares	\$12,337,212.56
Cimentación	\$50,928,946.22
Estructura	\$468,908,546.18
Albañilería y Acabados	\$15,050,769.08
Instalaciones eléctricas	\$108,053,476.61
Instalaciones pluviales	\$134,299,134.74
Trabajos previos y de mantenimiento por la construcción	\$129,448,991.08
Subtotal de Presupuesto	\$919,027,076.47
IVA	\$147,044,332.24
Total	\$1,066,071,408.71

Fuente: Elaboración propia con base en información compartida de IFEEQROO

Tabla 41. Descripción de la inversión de 455 domos ligero de 29.50x15.95 metros

Concepto	Monto
Preliminares	15,582,990.15
Cimentación	223,826,712.20
Estructura de concreto	109,158,635.95
Estructura metálica	554,814,391.95
Faldón	43,994,873.65
Adheridos	91,767,302.90
Albañilería y acabados	119,389,074.35
Instalaciones pluviales	31,714,046.00
Instalaciones eléctricas	97,114,444.70
Obra exterior eléctrica	40,760,801.90
Subtotal	\$1,328,123,273.75
IVA	\$212,499,723.80
Total	\$1,540,622,997.55

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

En monto total de inversión sin IVA se contabiliza en **\$2,247,150,350.22**, el cual será ejercido durante 2025, 2026 y 2027.

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 de muchos mantenimientos, podría ser más costosa en el largo plazo.
- Optimización de recursos: Conocer los costos de mantenimiento permite planificar mejor el uso de los recursos. Esto permite 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 mayor detalle 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 sin IVA.

Tabla 42. Costos por tipo de mantenimiento y domo

Tipo de Domo	Tipo de Mantenimiento	Costo
Arcotecho	Preventivo	\$66,537.29
	Correctivo	\$377,957.48
Ligero	Preventivo	\$237,797.03
	Correctivo	\$630,392.14

Fuente: Elaboración propia con estimaciones compartidas por el IFEQROO.

A continuación, se presenta la proyección anual de los costos de operación y mantenimiento, expresados a precios del 2025, durante el horizonte de evaluación del Proyecto:

Tabla 43. Flujo de los costos de mantenimiento del Proyecto

	Preventivo	Correctivo	Total
2025	-	-	-
2026	29,131,629	-	29,131,629
2027	87,394,886	-	87,394,886
2028	145,658,143	-	145,658,143
2029	145,658,143	-	145,658,143
2030	145,658,143	-	145,658,143
2031	145,658,143	-	145,658,143
2032	145,658,143	-	145,658,143
2033	145,658,143	-	145,658,143
2034	145,658,143	-	145,658,143
2035	145,658,143	99,923,697	245,581,840
2036	145,658,143	199,847,394	345,505,537
2037	145,658,143	199,847,394	345,505,537
2038	145,658,143	-	145,658,143
2039	145,658,143	-	145,658,143
2040	145,658,143	-	145,658,143
2041	145,658,143	-	145,658,143
2042	145,658,143	-	145,658,143
2043	145,658,143	-	145,658,143
2044	145,658,143	-	145,658,143
2045	145,658,143	99,923,697	245,581,840
2046	145,658,143	199,847,394	345,505,537
2047	145,658,143	199,847,394	345,505,537
2048	145,658,143	-	145,658,143

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.

5.2.1 Beneficios por protección respecto a las condiciones climatológicas

La instalación de domos escolares en el estado de Quintana Roo constituye una medida estratégica para fortalecer la infraestructura educativa ante los efectos de condiciones climatológicas extremas. En una región caracterizada por un clima cálido subhúmedo, con temperaturas que en primavera y verano superan los 37 °C y niveles de humedad relativa elevados, el entorno físico puede convertirse en un factor que compromete tanto la salud como el desempeño académico del alumnado. La exposición prolongada al calor y la radiación solar puede provocar golpes de calor, deshidratación, fatiga y afectaciones en la capacidad de concentración, especialmente en la población infantil, cuyo sistema de autorregulación térmica es más vulnerable. Los domos escolares permiten habilitar espacios cubiertos, ventilados y sombreados que favorecen un entorno seguro y confortable para el desarrollo de actividades académicas, deportivas, recreativas y culturales. Esta infraestructura contribuye directamente a reducir riesgos físicos derivados de la exposición al sol y a las altas temperaturas, al tiempo que promueve condiciones propicias para el aprendizaje, el bienestar emocional y la participación en la vida escolar. Además de las altas temperaturas, Quintana Roo enfrenta una prolongada temporada de lluvias y una alta incidencia de tormentas y huracanes, lo que frecuentemente interrumpe las clases, deteriora la infraestructura escolar y obliga a suspender actividades presenciales. En este contexto, los domos escolares permiten garantizar la continuidad del calendario escolar al ofrecer espacios adaptables que pueden utilizarse incluso durante precipitaciones intensas o vientos fuertes. Al minimizar la suspensión de clases por razones climáticas, se asegura una mayor eficiencia en el cumplimiento de los objetivos educativos.

Un beneficio adicional de esta infraestructura es su capacidad de uso comunitario. En situaciones de emergencia o desastre natural, como inundaciones o ciclones, los domos pueden funcionar como áreas de resguardo temporal para la población, especialmente en localidades rurales o de difícil acceso. Esta multifuncionalidad permite que los planteles escolares se conviertan en nodos de protección civil, extendiendo los beneficios de la inversión más allá del ámbito estrictamente

educativo y contribuyendo a la resiliencia territorial. La implementación de infraestructura educativa resiliente al clima no solo mejora la seguridad física del alumnado y el personal docente, sino que también protege la inversión pública al reducir los daños por eventos meteorológicos. De hecho, diversos organismos internacionales han documentado que construir infraestructura más resiliente puede generar importantes retornos económicos. La Comisión Global de Adaptación estima que invertir en resiliencia climática puede tener una relación costo-beneficio de hasta 6:1, es decir, por cada dólar invertido, se podrían evitar hasta seis dólares en pérdidas por interrupciones, daños o pérdidas de productividad futuras (GCA, 2019).

En conjunto, la instalación de domos escolares responde a una necesidad tangible de adaptación climática en el ámbito educativo y ofrece beneficios múltiples: mejora del entorno escolar, continuidad operativa, protección ante fenómenos naturales y fortalecimiento de la capacidad comunitaria de respuesta. Es, por tanto, una intervención de alto valor social, estructural y preventivo.

5.2.2 Beneficios por Fomento de la Actividad Física Continua

La instalación de domos escolares constituye una medida estructural y sostenible para promover la actividad física continua en los entornos escolares de Quintana Roo. Este beneficio es especialmente relevante si se considera el contexto epidemiológico actual. De acuerdo con la ENSANUT 2023, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad alcanza el 36.5% en escolares de 5 a 11 años y el 40.4% en adolescentes de 12 a 19 años. La región Peninsular, que incluye a Quintana Roo, presenta cifras iguales o superiores al promedio nacional, lo que confirma la gravedad de esta problemática en el estado. La actividad física regular durante la infancia y adolescencia es una de las herramientas más eficaces para prevenir el sobrepeso, la obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes tipo 2, la hipertensión arterial y diversos padecimientos cardiovasculares. Sin embargo, tal como advierten el INSP y la OMS, el entorno escolar en México suele carecer de las condiciones mínimas para garantizar la práctica sistemática de ejercicio físico.

Esta carencia se acentúa en regiones con climas extremos o con limitaciones estructurales, donde las actividades al aire libre se ven interrumpidas por lluvia, calor o falta de espacios adecuados. En este sentido, los domos escolares permiten la habilitación de espacios cubiertos, amplios y ventilados, que aseguran la realización continua de clases de educación física, actividades lúdicas, recreativas y expresiones culturales en condiciones seguras y dignas. Al eliminar la dependencia de las condiciones meteorológicas, esta infraestructura garantiza un entorno

accesible y estable para el desarrollo físico de los estudiantes durante todo el ciclo escolar.

Más allá de los efectos en la salud física, diversos estudios han documentado que la actividad física regular mejora la capacidad de concentración, reduce los niveles de ansiedad y estrés, incrementa la autoestima y fortalece la disciplina, todos ellos factores asociados positivamente al desempeño académico y a una convivencia escolar más armónica. De esta forma, los domos escolares no sólo contribuyen a combatir el sedentarismo, sino que también fortalecen el bienestar emocional y cognitivo de la comunidad estudiantil. Adicionalmente, esta infraestructura permite extender el uso del espacio escolar más allá del horario regular, al facilitar actividades extracurriculares, talleres, presentaciones culturales y eventos deportivos comunitarios. Esto potencia la apropiación del entorno escolar como un espacio de integración social y promueve una mayor participación de madres, padres y tutores en la vida escolar de sus hijas e hijos. En comunidades con menor acceso a centros deportivos o espacios públicos adecuados, los domos escolares se convierten en un punto de encuentro que fomenta la cohesión social y refuerza el tejido comunitario. La OMS, en su estrategia para abordar la obesidad infantil, ha destacado que los entornos escolares deben ser transformados en espacios activos y saludables como eje central de cualquier política preventiva.

El fomento de la actividad física continua mediante la instalación de domos escolares representa un beneficio intangible de gran valor. No solo responde a una necesidad urgente de salud pública en la niñez y adolescencia, sino que además refuerza la calidad de la educación, mejora el ambiente escolar y amplía las oportunidades de desarrollo integral para toda la comunidad educativa integral.

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 (CAE) se utiliza para seleccionar entre alternativas de proyectos que tienen vidas útiles distintas. La diferencia entre Valor Presente Neto (VPN) y el 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 24 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 44. Flujo de Costos de la Alternativa Seleccionada.

Año	HE	Inversión	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Total	VPC
2025	0	449,430,070.04	-	-	449,430,070	449,430,070
2026	1	898,860,140.09	29,131,629	-	927,991,769	843,628,881
2027	2	898,860,140.09	87,394,886	-	986,255,026	815,086,798
2028	3	-	145,658,143	-	145,658,143	109,435,119
2029	4	-	145,658,143	-	145,658,143	99,486,471
2030	5	-	145,658,143	-	145,658,143	90,442,247
2031	6	-	145,658,143	-	145,658,143	82,220,224
2032	7	-	145,658,143	-	145,658,143	74,745,658
2033	8	-	145,658,143	-	145,658,143	67,950,599
2034	9	-	145,658,143	-	145,658,143	61,773,271
2035	10	-	145,658,143	99,923,697	245,581,840	94,682,430
2036	11	-	145,658,143	199,847,394	345,505,537	121,097,583
2037	12	-	145,658,143	199,847,394	345,505,537	110,088,712
2038	13	-	145,658,143	-	145,658,143	42,191,976
2039	14	-	145,658,143	-	145,658,143	38,356,341
2040	15	-	145,658,143	-	145,658,143	34,869,401
2041	16	-	145,658,143	-	145,658,143	31,699,456
2042	17	-	145,658,143	-	145,658,143	28,817,687
2043	18	-	145,658,143	-	145,658,143	26,197,897
2044	19	-	145,658,143	-	145,658,143	23,816,270
2045	20	-	145,658,143	99,923,697	245,581,840	36,504,176
2046	21	-	145,658,143	199,847,394	345,505,537	46,688,360
2047	22	-	145,658,143	199,847,394	345,505,537	42,443,964
2048	23	-	145,658,143	-	145,658,143	16,266,833

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

Tabla 45. Flujo de Costos de la Alternativa Desechada.

Año	HE	Inversión	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Correctivo	Total	VPC
2025	0	637,294,619	-	-	637,294,619	637,294,619
2026	1	1,274,589,238	29,145,448	-	1,303,734,686	1,185,213,351
2027	2	1,274,589,238	87,436,345	-	1,362,025,583	1,125,640,978
2028	3	-	145,727,241	-	145,727,241	109,487,033
2029	4	-	145,727,241	-	145,727,241	99,533,667
2030	5	-	145,727,241	-	145,727,241	90,485,152
2031	6	-	145,727,241	-	145,727,241	82,259,229
2032	7	-	145,727,241	-	145,727,241	74,781,117
2033	8	-	145,727,241	-	145,727,241	67,982,834
2034	9	-	145,727,241	-	145,727,241	61,802,576
2035	10	-	145,727,241	68,344,828	214,072,069	82,534,050
2036	11	-	145,727,241	136,689,655	282,416,897	98,985,399
2037	12	-	145,727,241	136,689,655	282,416,897	89,986,727
2038	13	-	145,727,241	-	145,727,241	42,211,991
2039	14	-	145,727,241	-	145,727,241	38,374,537
2040	15	-	145,727,241	-	145,727,241	34,885,943
2041	16	-	145,727,241	-	145,727,241	31,714,494
2042	17	-	145,727,241	-	145,727,241	28,831,358
2043	18	-	145,727,241	-	145,727,241	26,210,325
2044	19	-	145,727,241	-	145,727,241	23,827,568
2045	20	-	145,727,241	68,344,828	214,072,069	31,820,449
2046	21	-	145,727,241	136,689,655	282,416,897	38,163,156
2047	22	-	145,727,241	136,689,655	282,416,897	34,693,779
2048	23	-	145,727,241	-	145,727,241	16,274,550

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 46. Indicadores de Rentabilidad.

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
CAE Alternativa Seleccionada	\$381,384,343
CAE Alternativa Desechada	\$467,510,161
Ahorro Anual entre Alternativas	\$86,125,818

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 \$381,384,343, esta opción es considerablemente más eficiente que la alternativa deseada, cuyo CAE asciende a \$467,510,161. La diferencia de \$86,125,818 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 47. Análisis de Sensibilidad | Inversión

Indicador	-20%	-10%	0%	10%	20%	38%
Inversión	1,797,720,280	2,022,435,315	2,247,150,350	2,471,865,385	2,696,580,420	3,102,732,689
Ahorro Anual	131,366,972	108,746,395	86,125,818	63,505,241	40,844,664	-

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

El análisis de sensibilidad realizado sobre el monto total de la inversión, estimado en \$2,247,150,350 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 48. Análisis de Sensibilidad | Mantenimiento Preventivo

Indicador	-20%	-10%	0%	10%	20%	67%
Mantenimiento Preventivo	116,525,514	131,092,329	145,658,143	160,223,957	174,789,771	243,426,648
Ahorro Anual	111,788,329	98,957,074	86,125,818	73,294,563	60,463,307	-

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 67% 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 67%, es posible que la rentabilidad del Proyecto se vea afectada negativamente, lo que implica una disminución de la eficiencia en costos del estado.

Tabla 49. Análisis de Sensibilidad | Mantenimiento Correctivo

Indicador	-20%	-10%	0%	10%	20%	321%
Mantenimiento Correctivo	399,694,788	449,656,637	419,618,486	549,580,334	599,542,183	2,101,271,972
Ahorro Anual	91,499,022	88,812,420	86,125,818	83,439,216	80,752,615	-

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 321% 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 321%, 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 del Proyecto es una iniciativa clave para mejorar la infraestructura educativa y las condiciones de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, como en todo proyecto en la materia, 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 50. 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 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 51. Matriz 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.

Nombre	Etapas	Descripción del Riesgo	Impacto	Mitigantes
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
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	Bajo	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	Medio	Especificar criterios de calidad, realizar inspecciones continuas, establecer penalizaciones por incumplimiento en los contratos de proveedores

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, la mayoría de las escuelas carecen de domos escolares. La construcción de 1,018 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 24 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 lo anterior, y considerando que la alternativa seleccionada genera un ahorro anual de \$86,125,818 respecto a la opción descartada, se recomienda ejecutar el Proyecto conforme a la propuesta planteada, ya que representa un beneficio económico significativo para el gobierno estatal sin sacrificar los beneficios esperados por la implementación de esta alternativa. Asimismo, 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

CONAGUA. (2024). Normales climatológicas por estado: Quintana Roo. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=qroo>

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/>

Global Commission on Adaptation. (2019). *Adapt Now: A Global Call for Leadership on Climate Resilience*. Rotterdam and Washington, DC. <https://gca.org/reports/adapt-now-a-global-call-for-leadership-on-climate-resilience>

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

Goodman, Joshua, Michael Hurwitz, Jisung Park, and Jonathan Smith (2018). *Heat and Learning*. HKS Faculty Research Working Paper Series RWP18-014.

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".

Healthy Children.org – American Academy of Pediatrics (AAP). (2021). *Protecting children from extreme heat: Information for parents*.
<https://www.healthychildren.org/English/safety-prevention/at-home/Pages/Protecting-Children-from-Extreme-Heat-Information-for-Parents.aspx>

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".

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). (2023). *El desafío de moverse: la inactividad física y sus consecuencias en México*. <https://www.insp.mx/ultimas-noticias/el-desafio-de-moverse-la-inactividad-fisica-y-sus-consecuencias-en-mexico>

International Code Council (ICC). (2021). *International Building Code 2021, Sección 1004.5: Áreas sin asientos fijos*. <https://codes.iccsafe.org/s/IBC2021P1/chapter-10-means-of-egress/IBC2021P1-Ch10-Sec1004.5>

MeyerFire (2023). *How to calculate an Occupant Load?* https://www.meyerfire.com/uploads/1/6/0/7/16072416/ls182.02_-_summary.pdf

Organización Mundial de la Salud (WHO). (2024). *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Pediatrics – American Academy of Pediatrics (AAP). (2023). *Climate change and children's health: Building a healthy future for every child*.

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

Por Esto! (2023). *Incrementan 47% los diagnósticos de obesidad en Quintana Roo*. <https://www.poresto.net/quintana-roo/2023/3/6/incrementan-47-los-diagnosticos-de-obesidad-en-quintana-roo-ssa.html>

Rodríguez Alamilla, K. V. (2024). *Análisis de los factores que contribuyen a la obesidad infantil en Chetumal, Quintana Roo: Un enfoque en el sedentarismo, consumo de alimentos ultraprocesados, uso de dispositivos electrónicos y las estrategias para promover hábitos saludables*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar

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."

Sol Quintana Roo. (2023). *Obesidad, un problema de salud en Quintana Roo*.
<https://solquintanaroo.mx/obesidad-un-problema-de-salud-en-quintana-roo/>

UNESCO (2024). *Un nuevo estudio de la UNESCO destaca la repercusión del cambio climático en el derecho a la educación*.
<https://www.unesco.org/es/articles/un-nuevo-estudio-de-la-unesco-destaca-la-repercusion-del-cambio-climatico-en-el-derecho-la-educacion>

UNESCO. (2024). *Reducción del riesgo de desastres y educación*.
<https://www.unesco.org/es/disaster-risk-reduction/education>

Weather Spark. (2024). *Clima promedio en Quintana Roo, México durante todo el año*.
<https://es.weatherspark.com/y/10033/Clima-promedio-en-Quintana-Roo-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

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