

>> Memoria Workshop Alta Guajira

Auditorio Centro de Estudios
Aeronáuticos CEA



19 de marzo de 2024

MEMORIA WORKSHOP AERÓDROMO ALTA GUAJIRA

Fecha: 19 de marzo de 2024

Lugar: Auditorio Centro de Estudios Aeronáuticos CEA

Hora 8:00 AM– 12: 15 PM

PROGRAMACIÓN

8:00 am -8:15 am	Saludo de Bienvenida. Ing. Andrés Arboleda Salazar – Secretario de Servicios Aeroportuarios. Aerocivil
8:15 am - 8:35 am	Contextualización y avances del proyecto. Panelista Ing. Oscar Nieto. Director de Autoridad a los Servicios Aeroportuarios. Aerocivil
8:35 am - 8:55 am	EJE TEMÁTICO 1. Ponencia Materiales y métodos constructivos. Panelista Alejandra Avendaño. Pontificia Universidad Javeriana
8:55 am - 9:15 am	Proyecto Pista FUTAM. Panelista Teniente Juan Sebastián Garay – Comando Ingenieros Militares.
9:15 am - 9:35 am	Materiales cementantes suplementarios para el óptimo proceso constructivo y mejoramiento de la durabilidad en elementos estructurales de obras civiles. Panelista Carlos Gabriel Hernández Carrillo. Alcaldía de Tunja – UPTC.
9:35 am - 10:15 am	TRANSVERSALES. Ponencia Materiales y métodos constructivos, agua y Energía. Panelista Major Peter Williams. Major Corey Jay Booker. Civil Mrs. Sudha Brown-United States Air Force
10:15 am -10:35 am	Refrigerio
10:35 am - 11:15 am	EJE TEMÁTICO 2. Ponencia Energía. Panelista Felipe Narbona – ABO WIND
11:15 am -11:35 am	Proyecto Energización de Aeródromo en Alta Guajira. Panelista Gian Marco Serrano -Vice Ministerio de Energía.
11:35 am -11:55 am	TRANSVERSALES. Ponencia Energía y Agua. Panelista Rosa Rodríguez – Universidad de La Guajira.
11:55 am - 12:15 pm	EJE TEMÁTICO 3. Ponencia Agua. Panelista Gina Juliana Rincón Rodríguez y Eladia Beatriz Jiménez Medina – Viceministerio del Agua

RECOMENDACIONES DE EXPERTOS

12:15 pm - 12:25 pm	EJE TEMÁTICO 1.
12:25 pm -12:35 pm	EJE TEMÁTICO 2.
12:35 pm -12:45 am	EJE TEMÁTICO 3.
12:45 am - 12:55 pm	CIERRE – Dr. Sergio París Mendoza – Director General Aerocivil

SALUDO DE BIENVENIDA.

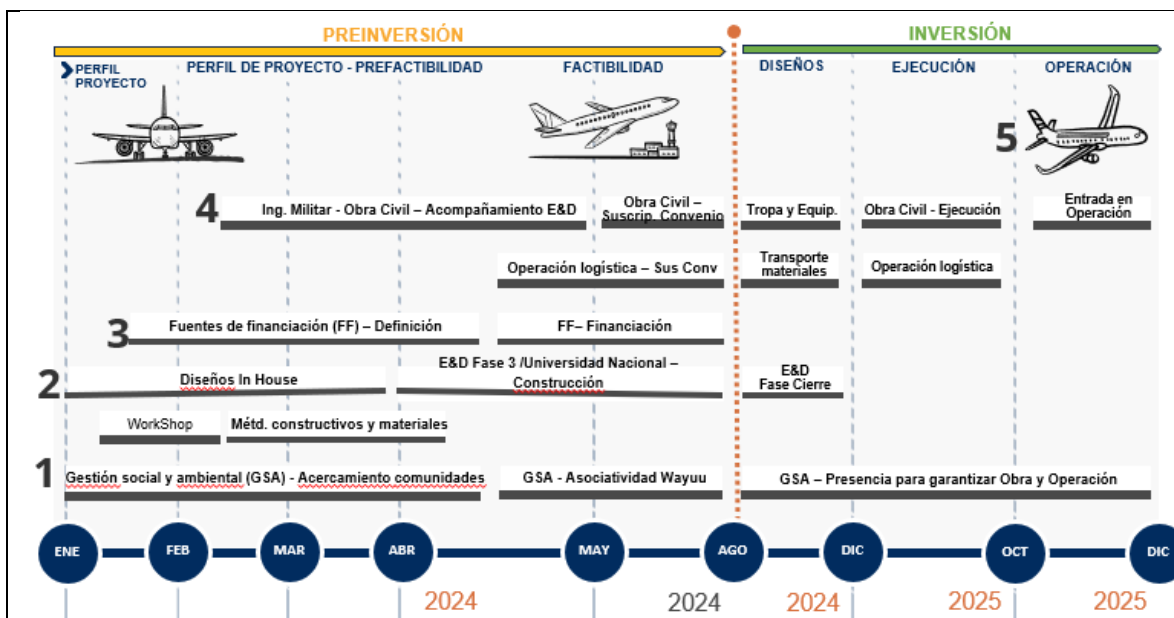
Ing. Andrés Arboleda Salazar – Secretario de Servicios Aeroportuarios. Aerocivil

El Ing. Arboleda señala que desde el punto de vista técnico social y ambiental, el proyecto se presenta como un gran reto. Desde el gobierno nacional y Aerocivil se considera que es hora de mirar hacia los municipios que han estado olvidados por década; por eso estamos avanzando en este proyecto en pro de mejorar la infraestructura aeroportuaria de esta zona y otros zonas del país y hemos generado un proceso para construir en la Alta Guajira un aeropuerto con aliados estratégicos; hoy nos acompaña la Academia, la Embajada de Estados Unidos, equipos que tienen gran experiencia en este tipo de proyectos; los ingenieros militares de Colombia que también tienen experiencia en este tipo de proyectos en el pacífico y en la Orinoquia colombiana.

También se encuentran presentes otras entidades del gobierno: Minambiente, Mintransporte, Mincomercio, con las que creamos Sinergias para su desarrollo y las entidades territoriales sin las cuales no es posible llevar a cabo este proyecto.

El propósito es lograr un proyecto muy bien planeado. En ese sentido explicaremos de que se trata el proyecto de la Alta Guajira, tiene un VIOCACION SOILAM, localizado en El Paraíso a 617 kms de Bahía Honda. Se busca lograr el desarrollo socioeconómico de la región y su desarrollo sostenible a través del turismo sostenible. Se está planeando que este aeropuerto sea un Hub que reciba pasajeros y desarrolle el turismo sin afectaciones a la biodiversidad y al equilibrio ecológico.

Se trata de un proyecto No Convencional, que se encuentra en etapa de prefactibilidad. La inversión es de alrededor de \$477.000 millones y se encuentra claramente enmarcado y en línea con las transformaciones del Plan Nacional de Desarrollo: ordenamiento del territorio alrededor del agua, seguridad humana y justicia social, transformación productiva, internacionalización y acción climática, derecho humano a la alimentación y convergencia regional. El desarrollo del lado aire contempla la pista de 2.200 m, plataforma, calle de rodaje, franjas de seguridad y cerramiento.



Gráfica 1. Etapas de Maduración del Proyecto Aeródromo Alta Guajira.
Fuente. Aerocivil

Se han establecido 5 líneas Estratégicas, de trabajo, cada una de las cuales genera retos diferentes. Estas son:

1. Línea estratégica socio aplicada. Desde el punto de vista social tenemos que vincular a la comunidad localizada en el área de influencia, para que se apropie de este proyecto; por tanto, se espera que al vincular a toda la comunidad se apropie de este proyecto
2. Convenio con la Universidad Nacional de Colombia para llevar a cabo los estudios y diseños a fase III a nivel de detalle
3. Fuentes de financiación: se ha venido trabajando con el gobierno nacional a través del Ministerio de Hacienda y se están realizando acercamientos con la banca multilateral para financiar el proyecto.
4. Línea estratégica de Obra Civil y Operación Logística. Por instrucción de la presidencia de la República, la obra estará a cargo del comando de ingenieros militares, a través de un convenio interadministrativo; el Comando de Ingenieros militares, cuenta con la capacidad, capital humano, maquinaria, equipos, y experiencia técnica para el cumplimiento de objetivo. Así mismo se debe garantizar el suministro de materiales e insumos un sitio, en los tiempos establecidos, lo cual se desarrollará en la Planeación logística
5. Entrada en operación en el año 2025.

I. CONTEXTUALIZACIÓN Y AVANCES DEL PROYECTO. Diseño Geométrico Aeródromo El Paraíso municipio de Uribia- corregimiento Bahía Honda. Ing. Oscar Nieto. Director de Autoridad a los Servicios Aeroportuarios. Aerocivil.

El Diseño geométrico del aeródromo se constituye en elemento muy importante. La topografía para lo cual se desarrolló un modelo digital del terreno: materialización en sitio, el estudio de planimetría que busca la identificación de obstáculos para la implantación de la pista considerando las zonas de aproximación y la evaluación de alturas máximas que no superen las alturas máximas señaladas en las normas de Aerocivil, lo cual conlleva un análisis de la seguridad operacional.



*Ilustración 1. Diseño Geométrico Aeródromo El Paraíso – Alta Guajira
Fuente. Aerocivil*

Se estudiaron los parámetros de diseño, parámetros ambientales que marcan la orientación de la pista con orientación este oeste, analizando la velocidad del viento que no supere los máximos, en el costado derecho, adicional se estudian otros temas de temperatura que se asocian al performance de la aeronave

Alcance

Se calculó la máxima carga y la máxima longitud de la pista; de tal manera que la nave puede navegar 5.300 kms longitud que alcanza aproximadamente hasta el sur de Chile. Con estos elementos se determinó la ubicación y el ancho de la pista. Se levantó un polígono que se ajustó en ocho (8) puntos.

De acuerdo con los análisis realizados se determinó el siguiente alcance del proyecto:

Es una pista 4C. Designador de pista 10-28

- Longitud de la pista: 2200 ms x 45 m
- Dos (2) Calles de rodaje.: A (168.5 m)– B (238.3 m). Ancho: 15. m.
- Una (1) Plataforma de 160m X 140m
- Zonas de Seguridad: Longitud 2320 m. Ancho: 150. m.
- Cerramiento perimetral
- Área del proyecto: 309 Has + 6250.05 m²

Para el diseño geométrico se analizan los perfiles de pista y de calle de rodaje; con estos elementos se establece una sección tipo de diseño, las pendientes de zona seguridad y las pendientes a 0 de cerramiento, para lo cual se deben analizar las condiciones topográficas.

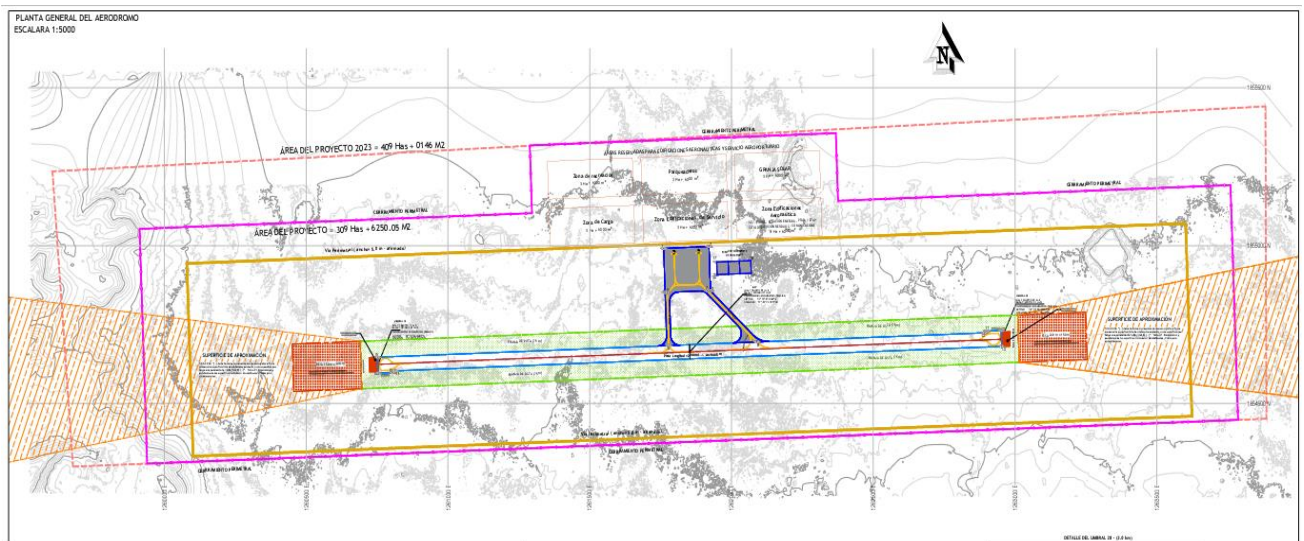


Ilustración 2. Planta General del Proyecto
Fuente. Aerocivil

Productos

- Informe geométrico.
- 35 planos de diseños, secciones transversales, planos de señales y de detalles.
- Reportes de diseños.
- Cuadro de volúmenes de corte y llenos.

- Modelo digital de diseño.
- Memorias de diseño.

Se tiene el diseño geométrico y el diseño de señales para la pista, la plataforma y las calles de rodaje.

II. EJE TEMÁTICO 1. Ponencia Materiales y métodos constructivos.

Panelista. Alejandra Avendaño. Pontificia Universidad Javeriana

Panel de métodos constructivos y materiales:

Objetivo: Apropiar conocimiento y experiencias para el desarrollo de obras civiles de aeródromos similares a la del aeródromo de la alta Guajira, que permitan la optimización de los recursos, teniendo en cuenta las condiciones extremas del entorno. Aspectos claves en la selección del tipo de pavimento para infraestructura aeroportuaria.

Se destaca que un pavimento es más que una superficie. El pavimento de un aeródromo se constituye en una estructura de ingeniería compleja. El análisis y diseño del pavimento de un aeródromo debe considerar la interacción de cuatro importantes elementos: la subrasante (suelo natural), los materiales de pavimentación (capa superficial, base y subbase), las características de las cargas aplicadas y el clima.

Para diseñarlo es necesario tener tres (3) criterios muy importantes:

- Una estructura que resista el tráfico
- Que sea operativa
- Y que se comporte de manera eficiente.

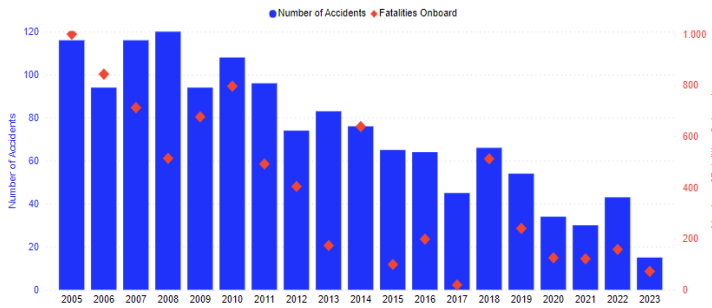
En el caso de aeropuertos con condiciones más o menos similares al caso colombiano se debe contar con pavimentos en muy buen estado; tal es el caso del aeropuerto internacional Ben Gurión, el aeropuerto más grande de Israel

En la Gráfica 1. se presentan cifras de la IATA en accidentalidad e incidentalidad causados por elementos foráneos que presentan alto riesgo en la Alta Guajira en donde se presentan estos materiales. Respecto a los tipos de pavimento se tiene el pavimento Flexible y el pavimento en concreto rígido, los cuales se comportan de manera muy diferente durante la operación.

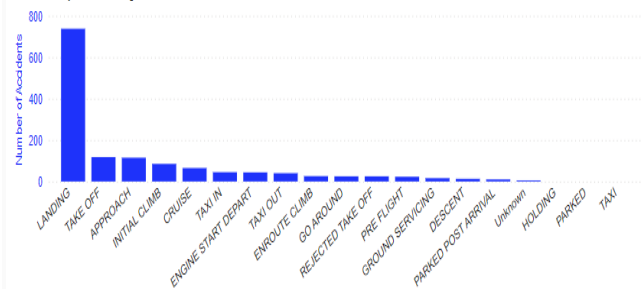
Cuando se tiene un pavimento rígido la dispersión de esfuerzos se distribuye de manera uniforme mientras que en el pavimento asfáltico no. En cuanto a los criterios a tener en cuenta se tiene:

- El Tráfico;
- Qué tipo de aeronave se va a diseñar;
- La categoría de la subrasante;
- Las condiciones climáticas, entre otros, para identificar qué tipo de materiales se utilizarán.
- Las comparaciones económicas.
- También es necesario identificar el lugar de la construcción y la disponibilidad de los materiales, en este caso no se tienen fuentes cercanas de fuentes de materiales.

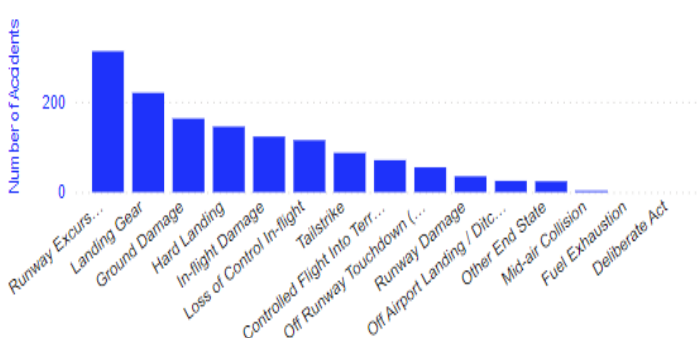
Accidents and Fatalities Onboard by Year * Data source IATA



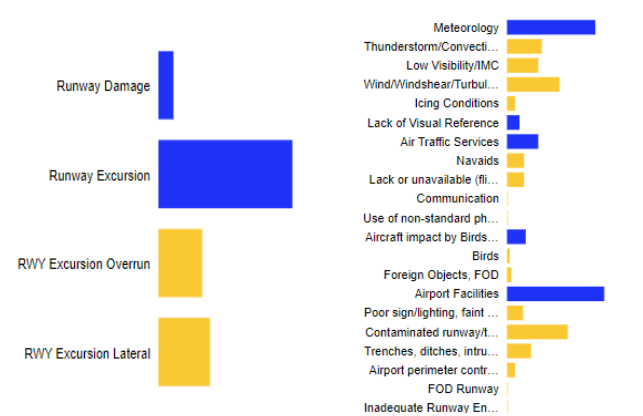
Accidents by Phase of Flight * Data source IATA



Accidents by End States * Data source IATA



Threats * Data source IATA



Gráfica 2. Cifras de accidentalidad e Incidentalidad causadas por elementos foráneos.
 Fuente. Safety Report IATA (2005-2023)

Cuando se tiene un pavimento rígido la dispersión de esfuerzos se distribuye de manera uniforme mientras que en el pavimento asfáltico no. En cuanto a los criterios a tener en cuenta se tiene:

- El Tráfico;
- Qué tipo de aeronave se va a diseñar;
- La categoría de la subrasante;
- Las condiciones climáticas, entre otros, para identificar qué tipo de materiales se utilizarán.
- Las comparaciones económicas.
- También es necesario identificar el lugar de la construcción y la disponibilidad de los materiales, en este caso no se tienen fuentes cercanas de fuentes de materiales.

1. Tráfico.

Con relación al tráfico es importante conocer Cuál es el tipo de aeronave y cuál es la carga principal. La presión de inflado de las ruedas es un elemento muy importante; al respecto se realizó un estudio año 2017 que comprobó como la presión de inflado de las llantas es mayor en las zonas donde se tienen temperaturas muy altas. Los fabricantes de neumáticos generalmente no aconsejan reducir la presión de inflado: de hecho, una reducción excesiva conduce a una mayor deflexión.

Las pruebas de fuerza dinámica muestran una tendencia exponencial en la relación fuerza-deflexión.

En ese sentido la empresa Airbus realizó el experimento High Tire Pressure Test cuyo objetivo fue probar la influencia de la presión de los neumáticos en las características de tres (3) tipos de pavimentos CB (SAC - superficie de hormigón asfáltico), si se someten a 10.000 pasadas del simulador. Se evidenció que la variación en la profundidad del surco aumenta con la temperatura y está mínimamente influenciada por la presión de inflado.

2. Subrasante

La subrasante de un pavimento es el componente que soporta directamente la estructura del pavimento en el terreno natural. Es importante conocer la categoría y resistencia de la subrasante para determinar la estructura del pavimento. El Factor de daño acumulativo CDF, se expresa como la Relación entre las repeticiones de carga aplicada y las repeticiones de carga permitidas hasta el fallo. Cuando CDF es = 1, significa agotó toda su vida

3. Materiales:

Según sea el tipo de pavimento se tienen los siguientes materiales:

- Capas Asfálticas: P401
- Capa de Hormigón: P501
- Bases Estabilizadas (Para aeropuertos con aeronaves de más de 100.000lb: P304/P306/P403)
- Bases Granulares: P209/P208/P211/P219
- Subbases Granulares: P154/P210/P212/P213

3.1 Materiales - Mezclas Tibias con RAP

Durante los últimos años se ha trabajado en el desarrollo de tecnologías bajo las cuales se logre la fabricación de mezclas tibias que permitan disminuir la cantidad de energía que se requiere para las mezclas asfálticas en caliente, reducir las emisiones de CO², mejorar la huella de carbono, minimizar los gastos en combustible y asegurar el desempeño requerido en la vida útil del pavimento, entre otros.

Adicionalmente se ha trabajado en la utilización de mezclas nuevas de materiales reciclados de pavimentos conocidos como RAP.

Sobre este tema la Reunión Anual de la Transportation Research Board (TRB) o Junta de Investigación del Transporte de 2024, realizó la Evaluación del rendimiento de laboratorio y de campo del agrietamiento del pavimento de asfalto de mezcla cálida del aeródromo en el National Airport Pavement and Materials Research Center (NAPMRC), partiendo de las siguientes premisas:

- Reducir las emisiones de GEI a la mitad para 2030 mediante la implementación de estrategias para reducir las emisiones del transporte
- Incorporar materiales reciclados y Warm Mix Asphalt (WMA) en pavimentos flexibles, puede reducir la huella de carbono
- Las especificaciones actuales sobre materiales de aeródromos no permiten mezclas calientes de asfalto y Pavimentos Asfáltico Reciclado (RAP), en mezclas de pavimentos de aeropuertos.

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las Mezclas tibias tienen comportamientos similares a la mezcla convencional, tanto con Pavimentos asfáltico Reciclado RAP, como sin RAP.
- No hay una mejora ni una reducción de la calidad de la mezcla, dado que la energía que se requirió para la fractura fue muy similar en todos los casos.
- Solamente se encontró que se aumentan las deformaciones de tracción a medida que se incrementa la temperatura (favorece WM).
- Se resalta un incremento en los vacíos en una de las mezclas tibias, pero esto no implica un mal desempeño, pues las curvas de fatiga son cercanas en todos los casos.

Por tanto, observando que se comporta de una manera muy similar a una mezcla en caliente (planta asfáltica), se considera que podría ser una alternativa, en la Alta Guajira. En términos de seguridad se recomienda utilizar Mezcla asfáltica tibia con materiales reciclados. No obstante, es necesario tener cuidado con el porcentaje en vacío de esta mezcla y los mantenimientos para que la mezcla no se envejezca de manera acelerada.

4. Verificaciones técnicas- seguridad ACN/PCN; ACR/PCR

El método Aircraft Classification Rating – Pavement Classification Rating (ACR-PCR), ha sido desarrollado y adoptado como estándar a nivel internacional por la OACI y sus Estados miembros; este método entrará en vigencia a partir del 28 noviembre del año 2024, con el objetivo de facilitar el intercambio de información, a través de las publicaciones de información aeronáutica (AIP), respecto a la clasificación de la resistencia de los pavimentos del área de movimiento de un aeródromo. Este método, además, sirve de apoyo para el explotador de aeródromo y para los explotadores aéreos a fin de evaluar las operaciones de aeronaves en condiciones de seguridad operacional aceptable.

El Método ACR-PCR es de aplicación para todos los aeródromos cuyos pavimentos del área de movimiento estén destinados a la operación de aeronaves cuya masa en la plataforma (rampa) sea superior a 5.700 kg (12.500 lb).¹

Entretanto, es posible, la utilización tanto del método ACN-PCN actualmente vigente, como el método ACR-PCR. Este Índice de clasificación de Aeronaves indica el efecto relativo de una aeronave sobre el pavimento, para determinada categoría y permite identificar si la pista de un aeropuerto puede operar y resistir el peso de ciertas aeronaves.

El índice de clasificación de pavimentos (PCR) notificado, indica que una aeronave con índice de clasificación de aeronaves (ACR) igual o inferior al PCR notificado puede operar sobre ese pavimento, a reserva de cualquier limitación con respecto a la presión de los neumáticos, o a la masa total de la aeronave.

Cambios introducidos en el Método ACR/PCR

Los principales cambios en la aplicación del método ACR/PCR son los siguientes:

- Ya NO se utilizan las Categorías de subrasante CBR California Bearing Ratio); Modulo elástico y el módulo de reacción “k” como parámetros de resistencia de la subrasante, sino que se adopta el módulo de elasticidad (E) tanto para pavimentos rígidos como flexibles.

¹ Manual para la determinación de la resistencia de un pavimento aeroportuario a través del Método ACR-PCR. ANAC. Pág 17

El CBR (California Bearing Ratio) es un procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos de subrasante, subbase y base

- El nuevo sistema ya no se basará en "aeronaves críticas", sino que considerará todas las aeronaves que sirvan para un determinado pavimento con su desplazamiento real del eje del mismo
- El PCR notificado indicará, de forma muy precisa, el volumen de daños que produzca cada aeronave, dentro de un conjunto, en función de:
 - o Su peso operativo,
 - o La geometría del tren de aterrizaje completo, y
 - o La carga y la presión individuales de los neumáticos.

En consecuencia, si $ACR \leq PCR$, la aeronave puede operar sin restricciones.

Si $ACR > PCR$, la operación no está permitida o pueden aplicarse algunas restricciones (sobre el peso operativo y/o la frecuencia).

5. Superficie Segura

Dada la condición de estructura del pavimento. Todo se debe verificar de manera regular para que la resistencia cumpla con el diseño de la aeronave.



Ilustración 3. Superficie segura

Fuente. Aspectos claves en la selección del tipo de pavimento para infraestructura aeroportuaria

El calor por el intenso contacto entre neumáticos y pista: polimerización del caucho. Reduce resistencia al deslizamiento.

Otro de los parámetros importantes en conservar la superficie segura por el constate movimiento de partículas finas y objetos foráneos en el aeropuerto; por tanto:

- Se deben Identificar zonas; planificación y alertas.
- Aplicar los Requisitos FAA /ICAO- ICAO Annex 14 and ICAO Airport Service Manual – Part 2 – Pavement Surface Conditions.
- Debe primar la Seguridad del usuario
- Seleccionar el equipo adecuado.
- Se deben contemplar las condiciones de drenaje.
- Analizar limitaciones en las condiciones de geometría

- Realizar Seguimiento Foreign Object Debris -FOD (Desechos de objetos extraños).

6. Eficiente

En el documento del Señor Gerald L. Dillingham AVIATION INFRASTRUCTURE Challenges Associated With Building and Maintaining Runways (INFRAESTRUCTURA DE AVIACIÓN Desafíos asociados con la construcción y el mantenimiento de pistas) se menciona que "Rehabilitar un pavimento en malas condiciones puede costar entre 2 y 3 veces más que rehabilitar un pavimento en buenas condiciones porque pueden ser necesarios métodos más caros".

En consecuencia, el reto es mantener la mezcla que no se envejezca para lo cual se deben realizar mantenimientos con mayor frecuencia de lo acostumbrado, lo que asegura mayor durabilidad y se garantice la seguridad operacional.

Se debe ir modelando de manera continua para saber de qué manera se realizará el mantenimiento; Por tanto, es de suma importancia construir infraestructura que perdure a través del tiempo realizando intervenciones proactivas No reactivas.

III. PROYECTO PISTA FUTAM

Teniente Juan Sebastián Garay – Comando Ingenieros Militares.

Los temas tratados en la presentación fueron:

- Contexto general
- Metodología
- Ficha técnica
- Estructura de pavimento
- Logística
- Actividades constructivas
- Estado final

Contexto general

El Proyecto del aeropuerto de la Fuerza de Tarea de Armas Combinadas Medianas (FUTAM) se encuentra localizado en el departamento de la Guajira. El proyecto tuvo como objeto: Mantenimiento y rehabilitación de 1.500m x 30m y ampliación de 300 m x 30 m de la pista aérea FUTAM. Los estudios y diseños se entregaron en marzo del 2022; los contratos de suministros se iniciaron el 28 de septiembre de 2022, la obra se inició el 8 de noviembre de 2022 y se terminó el 8 de julio del 2023. Con la entrega de la obra se dio respuesta inmediata a las necesidades de la población civil y se asegura la seguridad nacional en caso de conflicto.

Para la ejecución de la obra, los materiales se trasladaron desde el municipio de Valledupar donde se encuentra una planta de asfaltos y agregados, en una distancia aproximada de 75 km.

Metodología del proyecto

En términos generales se siguieron los siguientes pasos:

- Reconocimiento de Ingenieros
- Identificación del problema
- Estructuración del proyecto de inversión

- Identificar el curso de acción
- Generar el recurso para los estudios correspondientes
- Implementar metodología de diseño y construcción

Variables de Diseño de Pavimento:

- Tránsito Aéreo: 1.211 Aeronaves anuales
- Aeronave de Diseño: Galaxy C-5
- CBR (California Bearing Ratio):10 %
- Tasa de Crecimiento: 7 %

La Logística para la ejecución de la obra incluyó un total de 20 equipos entre terminadoras de asfalto (2), motoniveladoras (2), carrotanques irrigadores (2), volquetas doble troque (4), carrotanques de combustible (1), Carrotanque de agua (1), vibro compactadores (2), compactador de llantas (2) y retroexcavadoras (4).

Los trabajos se realizaron con un total de 88 hombres entre Oficiales (6), suboficiales (12), soldados profesionales (30), y soldados regulares (40).

Actividades constructivas



Demolición y Excavación infraestructura existente Instalación de Estructura granular Instalación de Estructura granular



Construcción de filtros francés Construcción de Box Coulvert 93 cms longitud Instalación Asfalto FAAP-401

*Ilustración 4. Registro Fotográfico Obras FUTAM
Fuente: FUTAM*

Paralelo al desarrollo de estas actividades y con el propósito de proteger la naturaleza en el componente ambiental, se realizó la siembra de 9.270 árboles y especies nativas.



*Ilustración 5. Estado inicial de la pista FUTAM
Fuente. Registro Fotográfico FUTAM*

Los ingenieros militares del ejército nacional se constituyen en un aliado esencial para la construcción del aeropuerto en La Guajira.

IV. MATERIALES CEMENTANTES SUPLEMENTARIOS PARA EL ÓPTIMO PROCESO CONSTRUCTIVO Y MEJORAMIENTO DE LA DURABILIDAD EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE OBRAS CIVILES

Carlos Gabriel Hernández Carrillo MSc PhD (c). Alcaldía de Tunja – UPTC.

Se trataron los siguientes temas:

- Introducción
- Problema
- Materiales retardantes de fraguado para la durabilidad en elementos estructurales
- Geopolímeros como materiales cementantes suplementarios

Introducción.

La presentación se basa en la experiencia que se tiene en la construcción de dos (2) aeropuertos. Se presentan las condiciones geográficas de la localización propuesta del aeródromo:

- La península de la alta Guajira se caracteriza por ser una zona desértica, con condiciones meteorológicas extremas, una red vial constituida por trochas, vías en mal estado y poca agua.
- Temperaturas altas: promedios que suelen superar los 30°C, a menudo superando los 40°C.
- Bajas precipitaciones: región muy seca, con niveles de precipitación extremadamente bajos, menores a 250 mms.
- Vientos fuertes: que pueden generar condiciones de sequedad y contribuir a la erosión del suelo.
- Alta radiación solar: con valores mayores a 5,5 kWh/m² por día debido a su ubicación cercana al ecuador y falta de nubosidad.
- Escasos recursos Hídricos: conocida por ser extremadamente árida y se caracteriza por tener una escasez crónica de agua

La alta radiación solar se puede constituir en una ventaja en términos de términos eólicos; dentro del contexto general se ha tratado el tema de materiales reutilizables, aditivos que se encuentran en expansión.

En cuanto a los materiales se mencionan:

- Concreto de alta resistencia: ideal para resistir las altas temperaturas y cargas.
- Estructuras metálicas: resistente a la corrosión causada por la exposición al sol y la arena del desierto.
- Aditivos y adiciones: especiales al concreto para mejorar resistencia y durabilidad para reducir la retracción y la contracción térmica.
- Cementantes suplementarios: como meta caolín, ceniza volante o la escoria de alto horno para mejorar la durabilidad y la resistencia química del concreto.

Problema

El cemento comercial que se utiliza en el mundo es el responsable del 6% de gases efecto invernadero. Dentro de su producción se generan muchos contaminantes, calzas alúminas que son cocidas en hornos a temperaturas de 3500 a 4000 cm³ lo cual representa mucha contaminación pues estas diferentes energías de derivan del carbón.

Al incorporarse el agua para su fraguado se generan reacciones químicas que producen calor y a esas temperaturas generan cambios fuertes ocasionando problemas de durabilidad asociadas a gastos muy altos, adicionalmente el tema de rocas salinas genera problemas de corrosión. LO anterior se traduce en:

- Disminución de la resistencia: por el proceso de hidratación, lo que conduce a una formación de cristales menos densa y una menor resistencia final.
- Mayor propensión a la fisuración: gradientes térmicos significativos, lo que aumenta la probabilidad de fisuración que pueden comprometer la durabilidad del concreto al permitir la entrada de agentes agresivos como el agua y los productos químicos corrosivos.
- Reducción de la durabilidad química: lo hace más susceptible a la corrosión de las armaduras de refuerzo y a la degradación causada por agentes agresivos como los sulfatos y los cloruros.
- Mayor retracción y deformación térmica: durante el fraguado y el curado. Esto puede generar grietas y deformaciones que afectan la apariencia y la integridad estructural del concreto.

Materiales retardantes de fraguado para la durabilidad en elementos estructurales

Para tratar de solventar estos problemas se ha pensado en la utilización de retardantes de fraguado que contribuyen a dar mayor durabilidad en los elementos estructurales

Se han realizado varias pruebas con la utilización del Aditivo retardante natural de Nopal como aditivo al cemento colombiano, junto con la identificación de fenómenos físico químicos relacionados con los cambios en momentos posteriores al tiempo de fraguado. En estas pruebas el aditivo natural ha arrojado buenos resultados

La experiencia es que sí se tiene más tiempo de fraguado hay mayor tiempo para realizar la labor constructiva; en porcentajes mayores se puede lograr una pasivación, con estos aditivos también el índice de porosidad se reduce mejorando la durabilidad

- Nopal al 1% generó un o incremento de resistencia de 7,9%.
- 2% de Nopal generó similares resistencias tendiente a disminuir

- 5% de Nopal redujo la resistencia mecánica

La mezcla del aditivo natural con el aditivo comercial puede generar Materiales retardantes de fraguado para la durabilidad en elementos estructurales.

Geopolímeros como materiales cementantes suplementarios

Por otra parte, los geopolímeros como materiales cementantes que se están utilizando a partir de los años 60, son polímeros de forma inorgánica, amorfos tridimensionales formados por la activación de precursores de aluminosilicatos.

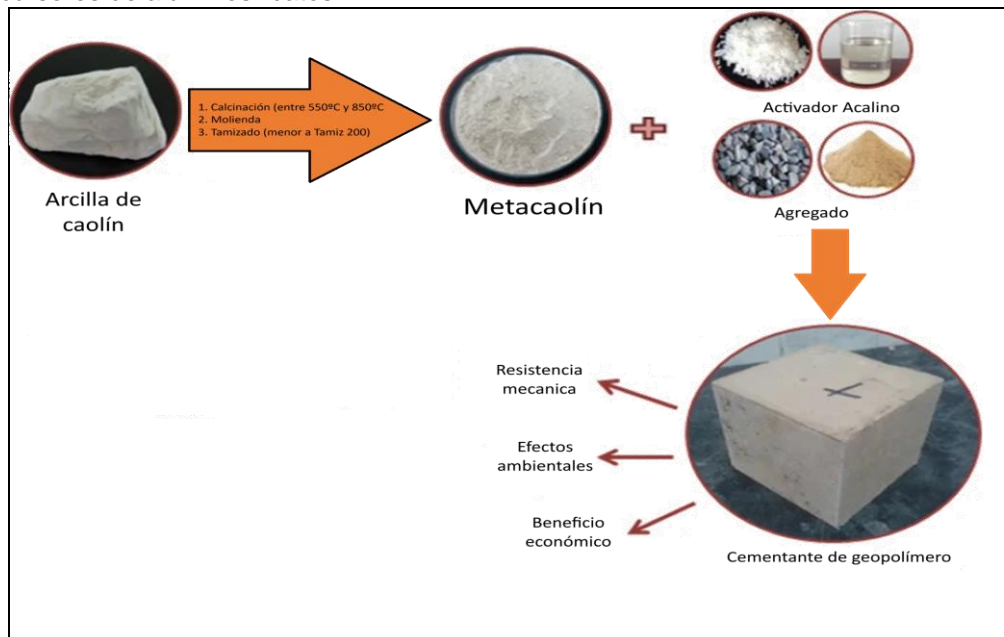


Ilustración 6. Geopolímeros como materiales cementantes suplementarios
Fuente. Universidad de Tunja

Este material inicial el caolín, tiene alto porcentaje de alúmina, se encuentra con alto contenido de hierro y calcio que presentan algunas dificultades, se calcina a 400o C o un 40% menos que el cemento común, en términos de temperatura, se mezcla con hidróxido de sodio y silicato de sodio o potasio ese material genera resistencias mayores a un concreto convencional, el agua NO hace parte del proceso de fraguado del material. Se utiliza para generar concreto. Por ejemplo, en Australia se tiene un caso similar al de la Guajira y a la fecha se encuentra en buenas condiciones operativas; la idea es seguir profundizando en la investigación en Colombia.

- V. TRANSVERSALES. Ponencia Materiales y métodos constructivos, agua y Energía. Engineering and Logistics**
Panelistas: Major Peter Williams. Corey Jay Booker. Major, USAF Civil Engineer. Mrs. Sudha Brown-Civilian. USAF Civil Engineer. Peter Williams Major, USAF. Logistics Readiness Officer. Componente aéreo para el Comando Sur de EE. UU.

Se presenta la experiencia de Estados Unidos en construcción de aeropuertos con condiciones similares. Reconocen que el proyecto del aeropuerto cuenta con una ubicación estratégica y grandes retos para su ejecución.

La meta es conformar un equipo de trabajo, responder a dificultades y fortalecer las asociaciones entre Colombia y los Estados Unidos. La prioridad es la respuesta a desastres, garantizar el comercio, ubicación clave para operaciones antinarcoóticos, capacidades de soporte demoliciones de instalaciones.

La 12AF (AFSOUTH) Logistics - Fuerza Aérea (Fuerzas Aéreas del Sur), se constituye en una Organización clave con experiencia. El Cuerpo de ingenieros del ejército estadounidense que maneja todos los aspectos de ingeniería, desarrollo de propiedades, construcciones militares, operaciones de emergencia, manejo de residuos, soporte en búsqueda y rescate y Sondeo de daño por huracanes, entre otros.

Su visión es Mantener la confianza sagrada en nuestros socios con capacidad de apoyo a la misión de clase mundial con expertos en ingeniería, contratación, logística, mantenimiento de aeronaves y municiones, y fuerzas de seguridad.

EL U.S. Army Corps of Engineers (USACE) - Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. (USACE), es especialista en:

- Obras Civiles – Planificación, diseño y construcción, esclusas y presas, diques, servicios inmobiliarios, gestión de riesgo de inundaciones.
- Programas militares: asistencia de seguridad, instalaciones médicas, construcción militar, resiliencia energética; Los equipos de "Field Force" brindan apoyo rápido para llenar los vacíos de capacidad
- Medio ambiente: programas de resiliencia y gestión, prácticas sostenibles
- Operaciones de emergencia: energía temporal, vivienda, techos, manejo de escombros, evaluación de infraestructura, apoyo de búsqueda y rescate.

Tiene como Visión: Soluciones de ingeniería para los desafíos más difíciles de nuestra nación.

Misión: Ofrecer soluciones de ingeniería vitales, en colaboración con sus socios, para proteger la nación, dinamizar la economía y reducir el riesgo de desastres.

Prioridades en modernización de canales de agua, desarrollo científico, construir infraestructura innovadora y resiliente al clima, investigación y desarrollo y fortalecer las comunicaciones y las relaciones

Las Tareas más comunes que desempeñan son:

- Topografía
- Evaluación de pavimento
- Planificación y preparación del sitio. Imágenes y mapeo
- Gestión de proyectos
- También proporcionan soporte técnico para:
 - o Sistemas eléctricos
 - o Distribución del agua
 - o Aguas residuales
 - o climatización
 - o Estructural
 - o Asfalto y hormigón
 - o Medioambiental (aves, insectos, cumplimiento normativo)

- Rescate de aeronaves y extinción de incendios.
- Gestión de emergencias

Se destaca que **la logística** es un tema muy importante a tener en cuenta desde la gestión de operaciones dentro del aeropuerto: contribuye a mantener las operaciones dentro de la pista aérea para lo cual es importante la calidad de la infraestructura.

Para que las operaciones se mantengan, es necesario tener gestión de combustibles en tierra, oxígeno líquido, y activos críticos, mantenimiento, así como infraestructura y vehículos para distribuir el combustible.

La 12AF (AFSOUTH) Logistics - Fuerza Aérea (Fuerzas Aéreas del Sur), cuenta con las siguientes capacidades:

- Gestión de combustibles
- Aeronaves y vehículos terrestres, aditivos y oxígeno líquido.
- Almacenamiento, adquisición, pruebas, distribución, infraestructura y mantenimiento de vehículos.
- Gestión Portuaria Aérea
- Preparación, carga y descarga de carga (Artículos peligrosos, artículos grandes de especialidad, etc.)
- Procesamiento de pasajeros (militares y civiles), seguridad.
- Servicios de aeronaves: agua, alimentos, aguas residuales, limpieza y saneamiento de aeronaves.
- Recopilación de datos de aeródromos: tipos de aeronaves, rendimiento, programación
- Soporte de mantenimiento de aeronaves: almacenamiento y gestión de piezas y equipos.
- Transporte terrestre
- Mantenimiento y gestión de flotas de vehículos.
- Transporte de tripulaciones y pasajeros en el aeródromo.
- Transporte terrestre y envío de carga.

Es muy importante tener en cuenta la degradación de la pista de aterrizaje, por eso se realiza el mantenimiento con diferentes tipos de materiales, pues es muy importante garantizar que la pista de aterrizaje sea segura. Por otra parte, el servicio a la aeronave es necesario mantenerlo para que apenas llegue, dure el mínimo tiempo en tierra y pueda regresar rápidamente.



Ilustración 7. Tareas más comunes y Otros Servicios del U.S. Air Force Civil Engineers
Fuente. 12AF (AFSOUTH) Other services



*Ilustración 8. Tareas más comunes y Otros Servicios del U.S. Air Force Civil Engineers
Fuente. 12AF (AFSOUTH) Other services*

Adicionalmente es necesario contar con otros servicios por ejemplo Un (1) centro que se especializa en atender cualquier aspecto de la pista; evaluación de amenazas, aeronaves No tripuladas, investigaciones de mercado con garantía de calidad, mantenimiento a las aeronaves, asistencia técnica, estandarización, evaluación de navegabilidad, entre otros.

Poseen mucha experticia en métodos de construcciones críticas y están en continuo aprendizaje de nuevas técnicas. Un ejemplo es la base aérea de Montana y otros sitios donde las temperaturas pasan de 40 grados y bajan a menos de 0 grados en invierno.

Los Estados Unidos tienen diferentes fuentes de asesoría que pueden aportar mucho en el tema y se encuentran interesados en conocer el detalle en el que se está enfocando este Proyecto. Manifestaron la voluntad de construir alianzas entre Estados Unidos y Colombia potenciar el Plan de Acción Estados Unidos-Colombia (USCAP) y ser enlace con otras entidades con la meta de interoperabilidad

El representante del Embajador de Estados Unidos en Colombia, en una corta intervención manifestó su disposición y colaboración desde los Estados Unidos en la realización del proyecto.

VI. EJE TEMÁTICO 2. Ponencia Energía. Panelista Felipe Narbona – ABO WIND ABO Wind

Parques Híbridos Solares & Eólicos con Baterías

Se inicia con la presentación de ABO Wind como una empresa que desarrolla y construye plantas eólicas y solares, al igual que proyectos de baterías e hidrógeno, destaca la utilización de los paneles solares tecnología que se está aprovechando para llevar energía a zonas alejadas, no comunicadas.

Señala que La energía eólica ha tenido un desempeño muy importante y que se inicia con la experiencia alemana empresa fundada en 1966 con 35 oficinas en el mundo. Tienen actividades en Desarrollo y construcción de parques eólicos; Combinan tecnologías y realizan proyectos en 16 países. Desde el 2021 instalan plantas híbridas y los proyectos que desarrollan se encuentran alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

Identifican tres (3) tipos de Utilización de la red: Plantas híbridas de autoconsumo, batería y solar. Los beneficios mas importantes se relacionan con el comportamiento de la demanda eléctrica y su evolución; la batería siempre va a ser necesaria. Hay pico de meses en los que la generación solar es mayor, durante estos meses la velocidad promedio por mes es baja.

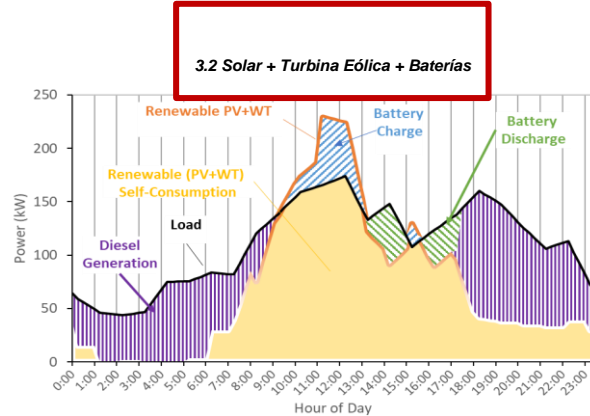
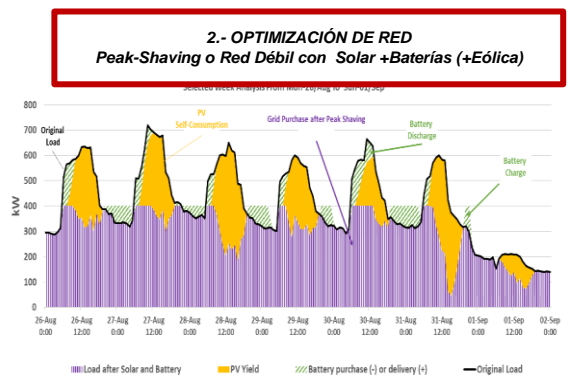
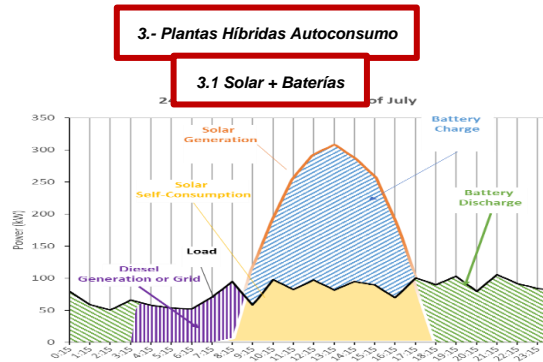
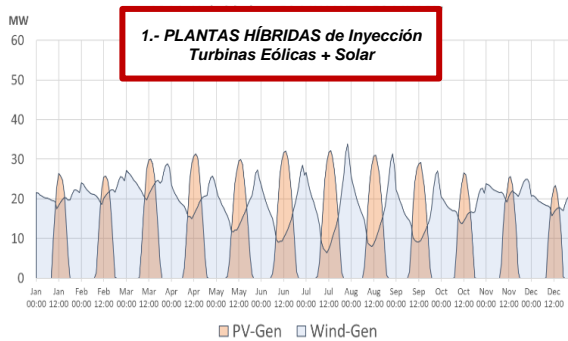


Ilustración 9. Aplicaciones de proyectos Híbridos y/o Baterías.
Fuente. ABO Wind

La fórmula más aconsejable es energía fotovoltaica + eólica: la experiencia demuestra que en unas semanas la generación es uniforme. Si solamente se tuviera eólica, se tendría el punto de consumo acumulado en un 23%. En términos de costos, al combinar la tecnología se reducen los costos en CAPEX en un 15%; el tiempo de desarrollo también se genera en la energía solar además de la flexibilidad al proyecto

Adicionalmente la combinación Solar + eólica requiere menos capacidad de batería. La energía eólica tiene períodos de mayor producción. Cuando se combinan las tecnologías deben converger en un punto común; lo ideal es una subestación común; como se menciona anteriormente, la batería es necesaria.

Resumiendo, se tienen los siguientes beneficios y desafíos en la combinación Híbridos Solar+ Eólica + Battery Energy Storage System (BESS)

Beneficios

- Utilización eficiente del punto de consumo
 - o ~+50% más inyección renovable en MWh en punto de consumo
 - o ~10-15% tasa de utilización (~ Full Load Hours Eólico)
- Costos reducidos
 - o CAPEX reducido en ≈ -10-15%
 - o Permisos conjuntos reducen costes y tiempo de desarrollo
 - o Menor LCOE = proyecto se paga en menos años

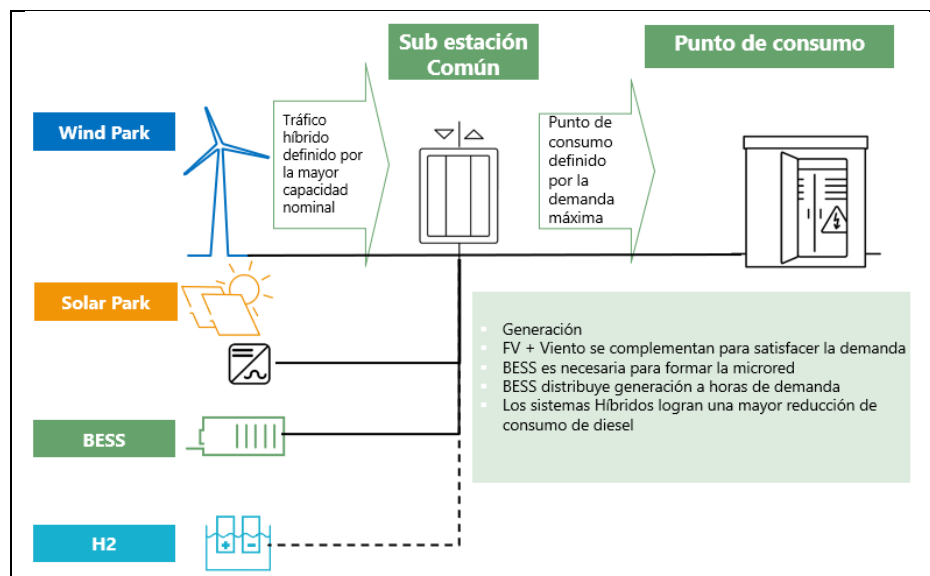
- Solar añade previsibilidad a un proyecto eólico
- Perfiles de generación más planos
 - o seguridad contra año de poco viento
- Mayor factor de capacidad útil para EVC o H2
- Solar + Eólica necesita menos capacidad de BESS para inyectar las mismas horas completas que las centrales separadas.

Desafíos:

- Programación del controlador de parque.
- Proceso de conexión y medición
- Cumplimiento de los códigos de red vigentes
- Evaluación de posibles restricciones
- Modificación de permisos
- Dimensionamiento de la micro-red

“La energía eólica tiene sus meses de mayor producción durante los meses más oscuros del invierno, cuando la solar es menos productiva, y la solar tiene sus meses óptimos cuando la eólica es menos productiva durante el verano.”

Ross Williams, Vattenfall



*Ilustración 10. Composición Sistema Híbrido
Fuente. ABO Wind*

El sistema solar se dimensiona con los picos solares y la demanda; el sistema de energía eólica se genera con su pico a un 2% del tiempo debido a la variabilidad de la velocidad del viento. Para el sistema de generación en su totalidad, se dimensiona con el pico máximo de demanda más un margen de seguridad. Las dos generaciones deben ir a un mismo punto, una subestación eléctrica común a la cual también debe conectarse el banco de baterías.

El panelista propone sistemas híbridos de generación de energía con recursos no convencionales como lo son la energía solar y la eólica. Con un ejemplo de demanda energética, justifica los dos tipos de generación que pueden emplearse:

Tipo 1: Eólica + FV+ baterías + grupos electrógenos (emergencias)

Consiste en generar con la energía aportada con el aprovechamiento de la velocidad del viento de la Alta Guajira, al igual que la irradiancia solar. Ya que la electricidad obtenida con estos recursos no es constante ni es consumida en su totalidad en el momento en que se genera, se debe acumular en sistemas de baterías para un mejor aprovechamiento.

Adicionalmente, como sistema de respaldo se requieren grupos electrógenos con el fin de que los mismos sean utilizados, solo en caso de falla eléctrica del sistema de energía renovable, sino además de falta de generación por alguno de los recursos y bajo porcentaje de las baterías.

Para el ejemplo que expone el panelista, con este sistema se logra reducir en un 59% el consumo de combustible diésel, 11 horas de grupos electrógenos apagados, mejor autoconsumo y autosuficiencia.

Tipo 2: FV+ baterías + grupos electrógenos (emergencias).

Consiste en generar electricidad principalmente con el recurso solar, acumulando energía en un sistema de baterías principalmente para ser consumida en horas de la noche, y con un sistema de grupos electrógenos como respaldo del sistema eléctrico. Este tipo de generación requieren más paneles para lograr la potencia requiera y por ende más espacio para la instalación de éstos; no generará energía en la noche, por lo que posiblemente se requiera un sistema más robusto de baterías o en su defecto un mayor consumo de combustible al requerir el servicio de grupos electrógenos.

Para el ejemplo expuesto, se tiene una disminución del 53% de consumo de combustible diésel, 8 horas de grupos electrógenos apagados, y aunque se tiene más generación eléctrica, habrá mayor energía desaprovechada si se conserva la misma capacidad de baterías que en el tipo 1

El sistema estaría compuesto por:

- Una planta fotovoltaica escalable
- Turbinas eólicas
- Banco de baterías Plug & Play,
- Generadores diésel (convencionales)
- Sistema autónomo de gestión de la energía

Durante el día, la planta fotovoltaica genera energía suficiente para cubrir la demanda eléctrica y, además, cargar las baterías que alimentarán el sistema durante las horas sin sol. La planta eólica genera energía durante la noche.

El aspecto más importante de este tipo de proyectos es el comportamiento de la demanda eléctrica y su posible evolución.

Para estar seguros, el generador diesel debe dimensionarse como el pico posible de demanda de todos los instrumentos eléctricos conectados simultáneamente a capacidad + factor de seguridad.

El diseño de las plantas renovables se hará contrarrestando el flujo de energía mediante simulaciones. La batería es necesaria para distribuir la generación renovable cuando la demanda eléctrica existe.

Se destaca la reducción de la huella de carbono, que aporta a la sustentabilidad.

Se presentaron varios ejemplos: El caso del Parque nacional Torres del Paine, localizado en Chile, entre la Cordillera de los Andes y la estepa patagónica y es una de las atracciones turísticas más aisladas del mundo y el del Hotel OFFgrid en Chile.

Con la colocación de Energía Renovable +Battery Energy Storage System -BESS se logran varias sinergias optimizando el valor del proyecto:

- Conexión a la red optimizada
- Obtención conjunta de permisos (ahorro de tiempo)
- Reducción de CAPEX y OPEX
- Sistema de seguro optimizado para el inversor
- Optimización del autoconsumo
- Se abren oportunidades de trading de energía

Sin embargo, es necesario adaptar los marcos reguladores, ya que las BESS o H2 no regulados añaden más complejidad al proyecto. Se observan avances en varios países.

Conclusión:

Dadas las características climáticas de la Alta Guajira, el sistema óptimo, es un sistema híbrido, compuesto por energía solar fotovoltaica, energía eólica, un sistema acumulador de energía y grupos electrógenos como respaldo.

Recomendaciones:

- Recomienda separar los proyectos, que un proyecto en términos de energía sea durante la obra, y otro durante la operatividad del aeródromo.
- Evaluar en comparación con otros aeródromos la demanda que requerirá el aeródromo objeto del proyecto.
- Se requiere evaluar el tiempo de ejecución del contrato, y en caso de no ser suficiente, Propone un container con paneles de acuerdo con la demanda requerida

Finalmente, el expositor destaca que ABO tiene la experiencia internacional para mejorar la transferencia de conocimiento entre Europa y Latinoamérica.

VII. PROYECTO ENERGIZACIÓN DE AERÓDROMO EN ALTA GUAJIRA.

Gian Marco Serrano - Vice Ministerio de Energía

Se trataron los siguientes temas:

- Requerimientos de energía para obra y operación
- Inclusión de la comunidad en el proyecto energético
- Análisis de potencial energético en la Guajira
- Propuesta de energización

Para la Ejecución de Obra se debe tener claro cuáles y cuantos Equipos de construcción, edificios temporales y otro servicios en lado aire lado tierra

1. Equipos de construcción

- Herramientas eléctricas
 - Taladros.
 - Sierras.
 - Amoladoras.
 - Compresores.
- Maquinaria pesada
 - Excavadoras.
 - Retroexcavadoras.
 - Camiones.
 - Grúas.
- Iluminación
 - Focos LED.
 - Torres de luz
- Sistemas de seguridad
 - Vallado perimetral.
 - Sistemas de vigilancia CCTV

2. Edificios temporales

- Oficinas
- Iluminación interior y exterior.
- Aire acondicionado y ventilación.
- Equipos de oficina.
- Sistemas informáticos.
- Almacenes
 - Iluminación interior y exterior.
 - Equipos de almacenamiento.
 - Sistemas de seguridad.
- Comedores
 - Iluminación interior y exterior.
 - Equipos de cocina.
 - Sistemas de refrigeración.

3. Otros servicios

- Alumbrado público
 - Calles de acceso al aeródromo.
 - Áreas de circulación peatonal.
- Sistemas de comunicación

- Telefonía fija y móvil.
- Internet.

Se proyecta tener un aeródromo que se conecte con las diferentes regiones del país y se beneficien las 400 familias que viven en el área de influencia (suministro de energía, agua potable para esas familias a través del sistema de generación de energía en el aeródromo).

Tareas importantes

Con relación al Aeródromo:

- Definir equipos y capacidades requeridos para la ejecución de obra.
- Definir equipos y capacidades, así como servicios esenciales requeridos para lado aire y lado tierra.
- Necesidad establecimiento de una demanda proyectada para aeródromo.

Población y comunidades cercanas

- Realizar caracterización de los usuarios existentes tanto en El Paraíso como en Urien y demás poblaciones en el área de influencia.
- Validar implementación de PTAP, PTAR y acueducto comunitario
- Necesidad establecimiento de una demanda y crecimiento proyectada.

Análisis de alternativas de energización

Se presentan la implementación de sistemas de diferentes alternativas:

- Solar fotovoltaico con diésel
- Solar fotovoltaico-baterías-diesel
- Solar fotovoltaico-baterías-eólico
- Solar fotovoltaico-baterías-eólico-diesel

Potencial solar:

- Irradiación normal directa – DNI – 5.33 kWh/m²/día
- Irradiación global horizontal – GHI – 5.96 kWh/m²/día
- Angulo óptimo de inclinación 14°
- Posibilidad de generar granjas eólicas guardando la normatividad de alturas

Potencial Eólico:

- Potencia por metro cuadrado – 527 W/m²
- Velocidad de viento promedio anual a 100 m – 8.79 m/s

Interconexión con Sistema Interconectado Nacional

Energización del diesel:

- Costos operativos que incluyen el transporte a sitio y el mantenimiento regular.
- Transición Energética: Limita la diversificación de matriz y la independencia energética
- Impactos: Ruido excesivo, molesto para comunidades cercanas; la combustión genera gases contaminantes, que afectan la calidad del aire y la salud pública y Riesgo de derrame, fugas o incluso robo.

Propuesta de energización

La propuesta determina disponibilidad de energía las 24 horas que beneficie al aeródromo y a las comunidades del aérea de influencia. En la Guajira se puede implementar un sistema de almacenamiento de \$40 millones por kilovatio que depende de la calidad de la red

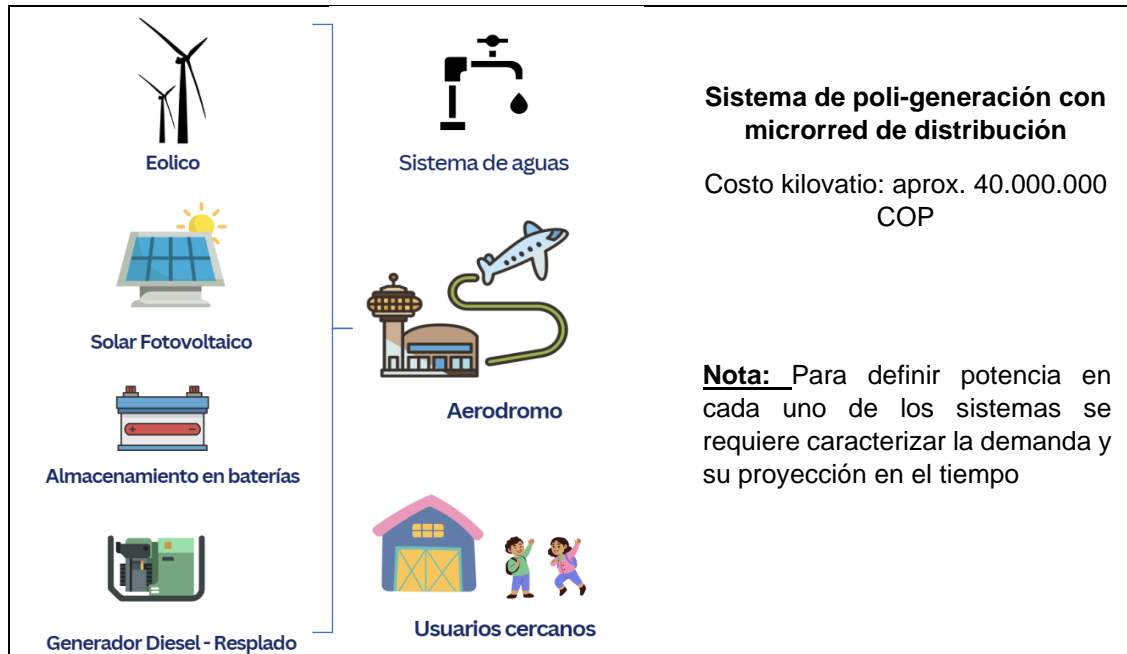


Ilustración 11. Propuesta de energización
Fuente. Vice Ministerio de Energía

Beneficios para la Comunidad

- Acceso a energía limpia y confiable
- Impulso y desarrollo económico
- Aumento de seguridad por iluminación
- Mejora en educación y salud.
- Protección del medio ambiente.

Mecanismos y Fondos de Financiación de infraestructura energética.

El Estado colombiano cuenta con diferentes Mecanismos y Fondos de Financiación de infraestructura energética; se destacan:

FAER: Fondo de Apoyo Financiero para la energización de las zonas rurales interconectadas.

FAZNI: Fondo de apoyo financiero para la energización de las zonas No Interconectadas

PRONE: Programa de Normalización de redes eléctricas.

FENOGE: Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía.

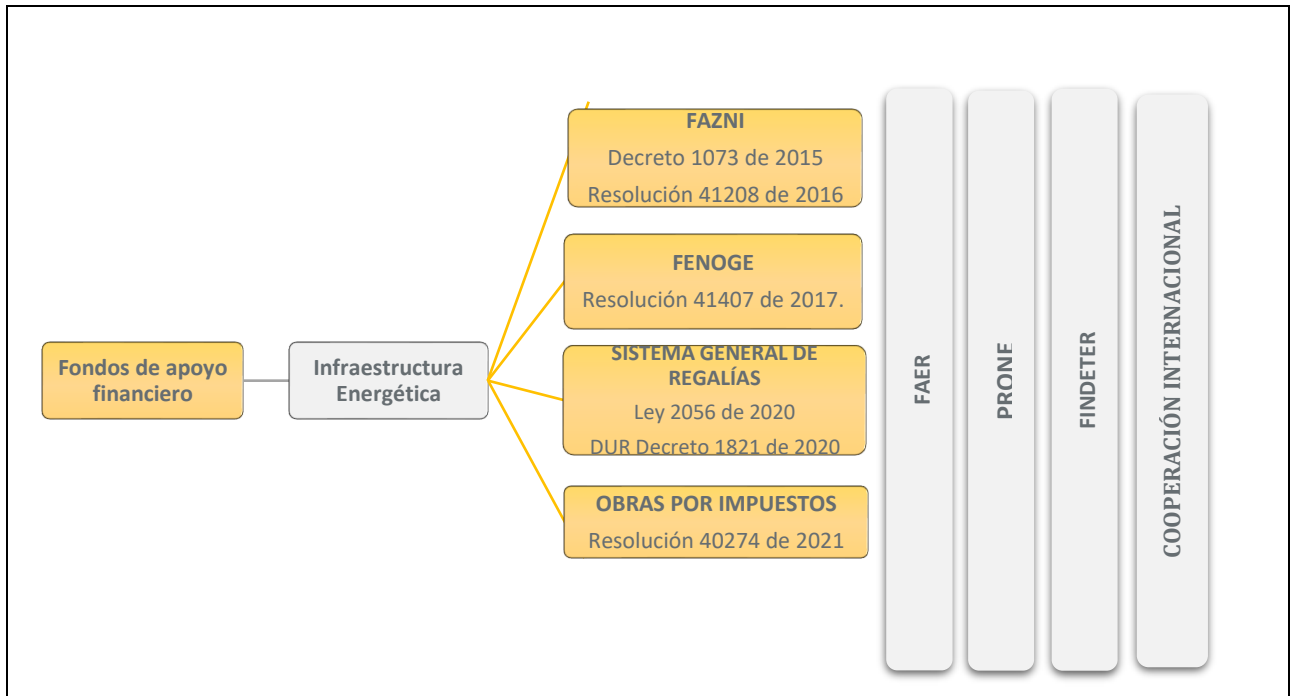


Ilustración 12. Mecanismos y Fondos de Financiación de infraestructura energética
Fuente. Viceministerio de Energía

Línea de Tiempo del Proyecto

La estructuración del proyecto cubre las etapas de Diseño, Construcción y operación, mantenimiento y administración. Previo a la etapa de diseño se identifica la necesidad, se realiza la evaluación de los recursos energéticos y capacidades a instalar. Y se realiza el diseño conceptual, básico y detallado del proyecto, adicional, se llevan a cabo los trámites requeridos ante la autoridad ambiental y la gestión predial, así como la financiación y análisis económico. Importante la socialización con las comunidades.

Durante la etapa de construcción se debe tener en cuenta:

- Manufactura, Importación y Descarga en sitio de equipos e Infraestructura de Monitoreo y Control
- Compra y Traslado de Material de Construcción y disponible localmente
- Actas de Vecindad, Contratación Local
- Adecuación del terreno, Construcción de bases y canalizaciones
- Instalación de Paneles, Control y Protección, Conductores, Red de Distribución
- Pruebas y Puesta en Marcha

El proyecto se culmina con la etapa de Operación, mantenimiento y administración.

Conclusiones:

- Se requiere establecer las necesidades a cubrir para la obra, así como para la operación en lado aire y tierra.
- Se propone un sistema de poligeneración de energía en sitio y crear una microrred para atender al aeródromo y a la comunidad cercana.

- Alta posibilidad de establecer una comunidad energética que se encargue de realizar el AOM en sitio tanto para el aeródromo como para la central de generación, desarrollando economía local

VIII. TRANSVERSALES. Ponencia Energía y Agua.

Panelista. Rosa Angélica Rodríguez – Universidad de La Guajira.

La panelista desarrolló el tema a partir del siguiente contenido:

- Contexto de La Guajira y sus realidades
- Recursos hídricos en el departamento de La Guajira
- Recursos energéticos en el departamento de La Guajira
- Perspectivas para la sostenibilidad

Contexto de La Guajira y sus realidades:

La Guajira es uno de los departamentos con mayores temperaturas y menores precipitaciones; tiene variedad de zonas climáticas dentro del departamento condiciones que la dividen en tres (3) grandes zonas: Alta Guajira, Media Guajira y Baja Guajira; precipitaciones entre 1000 1500 milímetros por año debido a la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía de Perijá existe variabilidad temporal de recursos de humedad climática y de precipitaciones. Presenta tasas muy altas de evaporación y presencia de comunidades altamente vulnerables.

Las condiciones físico-geográficas de la Alta Guajira son determinantes en el momento de desarrollar proyectos de infraestructura. Esta es una Zona Tropical y Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) – Energía solar, tiene relación con el mar Caribe y océano Pacífico – vientos alisios/ciclones tropicales, entre otros

El departamento presenta una alta variabilidad espacial y temporal de sus recursos hídricos, debido a sus particulares condiciones climáticas, geológicas y morfológicas, registrándose los menores volúmenes de precipitaciones del país (CORPOGUAJIRA, 2016; IDEAM, 2014) (ENA, 2022)

Esto se ve soportado en la baja Cobertura para la prestación del servicio especialmente en las zonas rurales del departamento. Posee una muy alta vulnerabilidad dada su baja capacidad para adaptarse a las condiciones del cambio climático, todo esto derivado de la baja precipitación en la zona que alcanza a lo sumo 2000 mm/año.

Fuentes de Abastecimiento potenciales de la zona de la Alta Guajira:

- Pozos Profundos, dada la baja capacidad de recarga de los acuíferos esta solución no se mantiene durante todo el año, existe temporadas donde los pozos profundos se encuentran secos.
- Plantas desalinizadoras, la falta de mantenimiento de la infraestructura no permite su correcto funcionamiento.
- Osmosis Inversa, se requiere de extrapolarse a la demanda del proyecto para ver la viabilidad financiera y técnica del sistema.

Dada su ubicación geográfica su potencial eólico es excepcional, así como se considera una zona de gran interés para el desarrollo de los proyectos fotovoltaicos en el país. La Sostenibilidad se encaminará mejor cuando se contemplen la complejidad propia del territorio Wayuu, dicha población se apersona de los proyectos a desarrollar en su territorio. La participación de las comunidades indígenas Wayuu que se aglutinan en rancherías dispersas unas de otras. es definitiva para el

desarrollo de proyectos para el desarrollo de los proyectos. De ahí la importancia de pensar en el tema de consulta previa con esas comunidades.



Ilustración 13. Recursos hídricos en el departamento de la Guajira.

Fuente. Disponibles en internet

Recursos Hídricos en el departamento de la Guajira.

En recursos hídricos se destaca que La Guajira tiene la cobertura de agua en zona rural más baja del país, llegando solo al 4% y la continuidad más baja del país en el servicio del agua (Minvivienda, 2018 -Guajira Azul 2028-2022).

El gran interrogante es si no se tiene agua para el consumo humano conque recurso hídrico se construirá la obra, la panelista opina que ese contexto no favorece, y que históricamente las comunidades tienen esa misma problemática. No obstante, es preciso señalar que en algunas épocas del año, se presentan altas precipitaciones y lluvias muy fuertes.

Se destaca que el Servicio Geológico Colombiano, Corpoguajira y Cerrejón, generaron en el año 2016 un mapa hidrogeológico que muestra las diferentes conformaciones geológicas y es posible que se tengan aguas subterráneas que se puedan utilizar. Para la extracción del agua, se utilizan los molinos de viento.

Recursos energéticos en el departamento de La Guajira

En términos energéticos el departamento de La Guajira es el departamento con mayor potencial disponible para desarrollar el Programa de Transición Energética, favorecen los vientos; el potencial eólico es fundamental.

En el caso de Colombia la parte costera de La Guajira tiene un recurso excepcional, a nivel 7, el más alto de la clasificación internacional de recursos eólicos, con una velocidad de viento promedio a 50 metros de altura de 9,4 m/s (UPME, 2015)

Durante todo el año, vientos iguales o superiores a 5 m/s, alcanzando aun los 11 m/s, se mantienen en la Península de La Guajira. El resto del país presenta variaciones dentro del ciclo estacional (UPME, 2017).

En el tema de potencial fotovoltaica con mayor cantidad de energía solar, favorable en la zona donde se va a desarrollar el proyecto.

Adicionalmente la zona de la Alta Guajira cuenta con Potencial Undimotriz, entendida como la que aprovecha la fuerza de las olas del mar para generar electricidad.

Perspectivas para la sostenibilidad.

En el tema de sostenibilidad la panelista destaca las potencialidades del departamento para llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, es fundamental el trabajo social y la inclusión de la comunidad, en su desarrollo.

IX. EJE TEMÁTICO 3

Panelista Gina Juliana Rincón. Universidad Nueva Granada

La panelista señala la alta vulnerabilidad por baja cobertura y limitada infraestructura de agua en zonas rurales del departamento de La Guajira. De acuerdo con las estadísticas de Demografía sector Agua Potable y Saneamiento Básico APSB en el Plan Wüin Ülees, iniciativa impulsada por el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio², el 49,8% de población urbana y el 51% de población rural, carece de cobertura.

Las siguientes condiciones de vulnerabilidad de la población requieren medidas particulares:

- Existen 6.328 comunidades en Rancherías que se encuentran dispersas + 500 mil habitantes en zona urbanas; 135.000 migrantes; 3.615 Unidades Comunitarias de Atención, de las cuales 2.679 se encuentran en el área rural y 1014 escuelas de las cuales 764 se encuentran en área rural.
- Existe una limitada oferta hídrica superficial asociada a la variabilidad y el cambio climático. La distribución de la precipitación es variable, siendo la medida mensual muy baja en la Alta Guajira, que se agrava por los fenómenos de variabilidad climática registrados por el fenómeno del Niño.
- La oferta de agua subterránea es limitada por la salinidad: Uribia, Manaure, Maicao y Riohacha tiene CE > 2.200 US/cm (Lim. 1000). La recarga potencial de los acuíferos disminuye hacia la Alta Guajira
- Las condiciones climáticas hacen que las fuentes hídricas sean escasas, y que las que están disponibles requieran de procesos especializados y costosos para su tratamiento.
- Conflictos de uso de la oferta hídrica superficial y subterránea.
- Las condiciones geográficas y de acceso de las comunidades que habitan en zonas rurales dispersas son de alta complejidad.
- Subestimación del censo de población, principalmente en el área rural y en particular en comunidades wayuu.

² Plan Wüin Ülees, iniciativa impulsada por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio que reúne a actores estratégicos para trabajar en los sistemas de abastecimiento de agua potable para responder a las necesidades de cobertura del pueblo wayuu. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2021.

- Capacidad técnica y administrativa deficiente para la estructuración de proyectos de inversión que busquen garantizar el acceso a APSB.
- Falta de capacitación y entrenamiento para el aseguramiento operativo de los esquemas diferenciales y de las inversiones en materia de APSB

La gran apuesta de la política del PND 2022-2026 es la Operación y Sostenibilidad de las soluciones (Art. 272. Numeral 3)³

En ese sentido el Plan Wüin Ülees ha abordado la problemática bajo los siguientes componentes:

Componente 1. Rehabilitación de sistemas de acceso al agua.

Componente 2. Proyectos convencionales y de esquemas diferenciales.

Componente 3. Solución estructural y definitiva.

En el componente 1. Se ha realizado un inventario de la infraestructura existente que se debe aplicar a los tres (3) criterios de focalización siguientes: Morbimortalidad de Niños, Niñas y Adolescentes – NNA; Cercanías a las UCAs y centros educativos; y Áreas de influencias de las pilas públicas.



Ilustración 14. Componente 1. Rehabilitación de sistemas de acceso al agua
Fuente. Plan Wüin Ülees

En el componente 2. Se tienen 25 proyectos de pilas públicas:

- 14 financiación PGN.
- 1 BID rural (Proyecto piloto).
- 4 financiación Obras por Impuestos.

³ Art. 272 PND. Num. 3. "Para garantizar la sostenibilidad de los gestores comunitarios del agua y el saneamiento básico, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, de acuerdo a la disponibilidad del Marco de Gasto de Mediano Plazo, podrá otorgar un subsidio a la tarifa de los usuarios de los pequeños prestadores que no reciben subsidios por parte de los municipios o distritos y se diseñará un mecanismo especial de apoyo para la inversión y sostenibilidad de los sistemas de aprovisionamiento".

- 4 financiación PDA (SGP Dpto. y Ecopetrol)
- 2 en evaluación

Cuatro (4) Proyectos en operación; uno (1) puesta en marcha, diecisiete (17) en ejecución; uno (1) en contratación y dos (2) en evaluación. Veintiséis (26) puntos de producción; ciento cuatro (104) pilas aferentes y 164.544 personas beneficiadas. Se prevé terminar 13 pilas en el 2024.

En el componente 3 se busca una solución bastante compleja; se proyecta llevar una tubería nueva (Tramo principal) Hato Nuevo- Puerto Bolívar) en 166 kms y en las redes secundarias en 160 kms.

Adicionalmente se tiene el Componente Transversal: Aseguramiento y gestión social, cuyo objetivo general es: Implementar una estrategia social y de aseguramiento para la promoción de la gestión comunitaria del agua y saneamiento básico en las zonas rurales de La Guajira, para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de acceso al agua y saneamiento básico, acompañadas de la estructuración e implementación de esquemas de gestión y de asistencia técnica.

Tiene 5 momentos:

- Reconocimiento y validación, identificar necesidades
- Fortalecimiento comunitario, hacer presencia en el territorio
- Asistencia técnica para la operación y mantenimiento.
- Capacidad de los municipios: para cerrar el círculo se vincula a los municipios.
- Articulación interinstitucional e internacional: Facilitar y promover la interrelación con entidades nacionales e internacionales para promover proyectos integrales.

Definir Temáticas a trabajar con las comunidades: para apropiar el tema y facilitar el desarrollo de procesos comunitarios.



*Ilustración 15. Componente Transversal – Aseguramiento y Gestión Social
Fuente. Plan Wüin Ülees*

Se han realizado:

- 266 jornadas de reconocimiento y validación.
- 18 mesas sectoriales lideradas por el equipo territorial de La Guajira del MVCT con entes territoriales, entidades del orden departamental y municipal para la articulación y planeación de las acciones sectoriales.

- 3 mesas de planeación sectorial de alto nivel con entidades del orden nacional, departamental y municipal.
- 2 talleres para la construcción de la “Estrategia de intervención para el desarrollo de esquemas diferenciales rurales y gestión comunitaria del agua y saneamiento básico en el departamento de La Guajira, a partir de buenas prácticas y lecciones aprendidas

Retos en La Guajira – Sector Agua

- Estructuración de esquemas de gestión para promover la sostenibilidad de las intervenciones sectoriales en La Guajira (Apoyo financiero: alternativas, vía jurídica, presupuestal y operativa).
- Definición esquema de asistencia técnica permanente y seguimiento a la implementación de acciones de aseguramiento y gestión social.
- Enfoque étnico, capacidad de negociación, concertación y liderazgo.
- Manejo y liderazgo de los espacios y estrategias para fortalecer los procesos de participación y organización comunitaria, desarrollo de piezas comunicativas e infografías.
- Acceso a las zonas de implementación (zonas de difícil acceso, grandes distancias y aspectos de orden público).

X. RECOMENDACIONES DE EXPERTOS

Los Ingenieros militares señalan como uno de los retos, definir puntualmente la logística que es base fundamental para desarrollar el proyecto. Adicionalmente la gestión social; se deben estudiar todos los componentes para generar sinergias entre todos los actores y cumplir con el objetivo de construir el aeropuerto.

Según Carlos Gabriel Hernández Carrillo de la Universidad de Tunja, el reto es implementar las nuevas tecnologías de aditivos teniendo en cuenta que en Colombia no han sido tan utilizadas. Ante todo, que el proyecto se desarrolle alrededor del agua incluyendo a la comunidad. De la utilización del agua depende el proceso constructivo que se quiere realizar, más allá de las innovaciones hay ciertos requerimientos

Se pueden utilizar aditivos en sitio que utilicen al mínimo la utilización de agua; es necesario definir el proceso constructivo sobre todo los materiales y alrededor de esto decidir sobre aditivos y procesos constructivos alrededor del agua.

Con relación al pavimento se considera que es complejo pensar en pavimento flexible tradicional ya que su conformación obedece a temperaturas bajas y un pavimento flexible tradicional se tendría que manejar con algunos aditivos con polímeros, por lo cual se tendría que estudiar esta alternativa.

Respecto la experiencia de la construcción de la Pista FUTAM, el Teniente Juan Sebastián Garay señala que dentro de la obra que realizaron en La Guajira, el mayor reto fue el de la logística pues no se contaba con fuentes de materiales cerca y se tenía que esperar a que bajaran las temperaturas para que la mezcla asfáltica pudiera fraguar y pudiera ser colocada de manera que se cumpliera con los parámetros de diseño.

Añade que en Puerto Bolívar la pista es en asfalto y lleva más de 25 años; se tendría que estudiar qué tipo de pavimento asfáltico flexible fue el que se utilizó con la premisa de que generalmente ese tipo de pavimento es muy vulnerable a la temperatura.

Su percepción de este proyecto es que la localización geográfica del aeródromo, es muy estratégica dado el potencial ilimitado para realizar operaciones en Suramérica, convirtiéndose en una gran oportunidad para Colombia, la población y la economía. Muchas personas se beneficiarán con el desarrollo de este proyecto; el reto es emprender un camino muy largo y muy difícil; el transporte de materiales es un gran desafío, pero con el enfoque apropiado y la utilización de energías apropiadas se constituye en una oportunidad maravillosa.

Por otra parte, es claro que se requiere el desarrollo de una logística perfecta especialmente en donde las condiciones de acceso y climáticas son bastante complejas no solo para la construcción sino para el sostenimiento del aeropuerto; el combustible debe estar a la mano, los equipos deben estar disponibles; la infraestructura logística es indispensable para hacer realidad el proyecto.

Ante la pregunta al Major Peter Williams del Componente Aéreo para el Comando Sur de los Estados Unidos, sobre qué recomiendan para el éxito del proyecto, manifiesta que ellos se comprometen con la embajada y con la organización para poder realizar recomendaciones, en la medida que evolucione el proyecto porque la línea de tiempo va a variar. Una de ellas es la coordinación y la unidad entre las diferentes entidades del gobierno; el proyecto no debe ser tomado a la ligera, se requiere unidad de fuerzas y trabajar conjuntamente.

Recomendaciones sobre Energía.

En energía se requiere un sistema híbrido eólico y tecnología fotovoltaica; con la velocidad eólica se pueden instalar sistemas eólicos, es inversamente proporcional a la velocidad del tiempo; como en la noche no se cuenta con energía solar se utiliza energía eólica y cuando se agote la energía, con batería.

Lo importante es lograrla caracterización de la cantidad de energía que se requiere. Se abren oportunidades de innovación en el campo de la ingeniería. Desde su punto de vista, No se puede montar una planta de generación muy grande, la solución es montar plantas más pequeñas para el autoconsumo. Es mejor tener en sitios apartados con su propia generación local para el aprovechamiento de la energía. Y no tender grandes extensiones de red, hay que aprovechar recursos en sitio que la comunidad se beneficie de la energía del lugar.

Una de las problemáticas que se tiene en La Guajira ocurre con las redes de redistribución de agua potable. Fallan porque las redes informales se realizan con conexiones improvisadas. Frente al tema de los sistemas híbridos es importante realizarlo en varias escalas, se pueden utilizar también los molinos de viento para lograr abastecer a más comunidades.

Se busca que la comunidad participe, gestione y administre este sistema. Lo más importante es la gobernanza en el territorio, es necesario que el proyecto llegue a las comunidades y jefes de Acción Comunal, el proceso de formación educativa es muy importante. Ese escenario se debe propiciar en el territorio.

Recomendaciones sobre el agua.

Se debe identificar cual es la tecnología y el impacto de los residuos que quedan y que no se deben verter al mar; es ver qué residuos quedan y cuál es la mejor forma de aprovecharlos, se debe pensar en la reutilización del agua que nos es para consumo humano pero que se puede aprovechar en otro tipo de aplicaciones

En cuanto a las pantas desalinizadoras se tiene un gran reto; las plantas desalinizadoras deben ir de la mano con un proyecto educativo para que tengan mano de obra de la comunidad, por tanto, es necesario abordar procesos de formación.

A menudo las comunidades se quejan de que se llegó con la solución sin consultarles cuál es el problema, por lo que es necesario vincular a la comunidad desde el momento 0, garantizando el momento genuino del valor de la palabra, cumplir todas las promesas a la comunidad y entender completamente su dinámica social.

Cierre del Workshop

Dr. Sergio París Mendoza- Director General de Aerocivil.

En breves palabras el Director General envió un saludo fraterno a la fuerza aeroespacial y demás presentes. Invita a reflexionar sobre Cuál es la misión que cada uno de nosotros tiene en este proyecto. La misión no es construir el aeropuerto; va más allá. Colombia nos puso una misión; hay que entender otro momento, hay que mirarla con otros ojos: La misión que nos encomienda Colombia es trabajar hombro a hombro con todos los actores para lograrlo.

Otro tema muy importante es que debemos tener un componente de conocimientos muy importante, mantener la energía y el talento, sin perder el foco en lo que es la misión. La logística y la sostenibilidad son aspectos muy importantes. La línea de tiempo se agota, no hay reversa, la importancia de la gobernanza y la importancia de las comunidades y reflexionar en la importante misión que cada uno tiene en este proyecto.

¡¡Mil gracias!!

Bogotá, 19 de marzo de 2024.