



**Universidad
Continental**



Fab Lab
Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO

**“REHABILITACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR DE LA UNIVERSIDAD
CONTINENTAL, DEPARTAMENTO AREQUIPA – PROVINCIA AREQUIPA”**

**DESARROLLADO EN LA ASIGNATURA DE:
TALLER DE PROYECTOS EN INGENIERÍA CIVIL**

**PRESENTADA POR:
QUINTEROS VENTURA HARRY
QUISOCAPA APAZA WALTER
RODRIGUEZ GALVEZ BRIAN
SAMANEZ POLO JOEL**

**ASESORES:
LOZA CUENTAS GIOVANNI ABDUL
JUAN DIEGO ERNESTO CERRON SALCEDO**

HUANCAYO – PERÚ

2020



**Universidad
Continental**



Fab Lab
Universidad Continental

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Universidad Continental, por brindarnos la oportunidad para el desarrollo académico de profesionales que aporten a nuestro Perú, a nuestros asesores el Ing. Loza Cuentas Giovanni Abdul y el Ing. Cerrón Salcedo Juan Diego Ernesto por apoyarnos en cada parte de este trabajo y brindarnos de su conocimiento muy útil e importante.



ÍNDICE

ÍNDICE	3
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	5
1.1 Planteamiento y formulación del problema	5
1.2 Objetivos	6
1.3 Justificación e importancia.....	6
CAPÍTULO II	6
2.1 Antecedentes Nacionales.....	6
2.2 Bases teóricas.....	9
CAPÍTULO III	11
3.1 Resultados esperados	11
3.2 Compresión de la solicitud	11
CAPÍTULO IV	14
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	14
4.1 Identificación de requerimientos.....	14
4.2 Análisis de la solución (concepto de solución).....	15
4.3 Diseño.....	17
CAPÍTULO V.....	19
CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS	19
5.1 Construcción.....	19
5.2 Conclusiones.....	23
5.3 Recomendaciones	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
ANEXOS	25



RESUMEN

La problemática surge por la necesidad de tener un ambiente destinado para estacionamiento para uso de la universidad (alumnos, docentes, personal y visitantes), esta debe ir acompañada con un diseño innovador que prevea situaciones como autosuficiencia energética para funcionamiento, precipitaciones pluviales y evitar empozamientos en el parqueadero que puedan generar accidentes. Por eso se ve ideal la construcción de un parqueadero a base de adoquines y utilizando energía solar para generar energía eléctrica para la iluminación del estacionamiento y un sistema de drenaje para épocas de lluvias.

Palabras Clave: Pavimentos, Energía ecológica, precipitaciones, drenaje.

Key Words: Pavements, Ecological energy, rainfall, drainage.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se observó un aumento en el número de alumnos y personal que visita la Universidad Continental – Arequipa con su automóvil, a tal punto que se genera una fila de vehículos para ingresar a la universidad, superando la capacidad de lugares de parqueo; ocasionando que los propietarios de los vehículos (alumnos) tengan que estacionar sus automóviles a las afueras del ingreso de la universidad, generando mal aspecto para la institución, y también malestar a las personas que no consiguen ocupar el estacionamiento ya que tienen que dejar sus unidades de transporte lejano de los lugares a los que se dirigen a realizar sus actividades, ocupando calles o pasajes para estacionarse. Resulta muy elocuente que una universidad con tendencia al crecimiento genera gran demanda de estacionamiento.

La Universidad Continental es una institución educativa con un mediano índice de alumnos sumado al personal administrativo, con un crecimiento rápido de usuarios, hace que se incremente la necesidad de espacio vehicular. Sin embargo, el congestionamiento vehicular destaca su inferencia en las “horas pico”, debido a la falta de estacionamiento, por ejemplo: cuando los estudiantes y personal ingresan a primeras horas de la mañana, o cuando regresan de la hora de almuerzo; lo cual evidencia la necesidad de tomar medidas correctivas que permitan satisfacer la demanda a este problema que afecta a toda la Universidad. Se suma a esto, la concurrencia de muchos visitantes provenientes de diferentes partes de la ciudad para realizar múltiples actividades y al llegar a la Universidad se encuentran con esta incómoda realidad, generando un mal precedente para la imagen de la Institución.

El presente proyecto de investigación surge como respuesta al problema de la necesidad de una infraestructura vehicular que ofrezca calidad y comodidad a los estudiantes, personal y visitantes de la Universidad Continental – Arequipa, ya que esta cuenta con un estacionamiento provisional que no posee la calidad necesaria, degradando la imagen de la universidad, dañando o maltratando los vehículos, causando congestión vehicular en algunos casos, generando inseguridad y malestar en los usuarios y sus unidades vehiculares. Este problema es consecuencia de la



carencia de infraestructura especialmente destinadas al estacionamiento de vehículos.

Además, la falta de asfaltado tanto del ingreso como del mismo estacionamiento incide a que se incremente la demora y el desorden durante la circulación de vehículos por el circuito e ingreso de la universidad. Por otra parte, en temporadas de lluvia, el material de suelo se ve afectado, generando enlodamiento, charcos, basura, piedras, etc. Que resulta perjudicial para los usuarios y sus vehículos.

Para aprovechar la necesidad que tienen los usuarios de hacer uso del estacionamiento y el aumento de vehículos en la Universidad Continental, se plantea la creación de un estacionamiento innovador, con un sistema de adoquinado con una infraestructura de drenaje para temporadas de lluvia. A su vez generando su propia electricidad para alumbrado a base de paneles solares, contribuyendo a la organización y descongestión de la vía vehicular de la Universidad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

Actualmente la Universidad Continental posee un estacionamiento de material compactado, sin señalizaciones, sin cerco perimétrico y sin áreas de tránsito peatonal.

Asimismo, no cuentan con servicio de alumbrado público y privado en el estacionamiento actual.

El acceso a la universidad y al estacionamiento no se encuentra asfaltado y cuenta con un gran problema al ser de un solo carril y tener puntos ciegos.

Sumado a todo esto se tiene el problema de que, en épocas de lluvia, se presentan inundaciones en todas las zonas de la ciudad, siendo el área del estacionamiento actual afectado para la circulación de vehículos.

Estéticamente es informal no contar con un parqueadero o estacionamiento adecuado para la Universidad Continental que solucione esta problemática.

1.1.1 Problema general

- La Falta de un adecuado sistema de estacionamiento innovador en la Universidad Continental - Arequipa.

1.1.2 Problemas específicos

- La problemática que generan las precipitaciones pluviales en nuestra ciudad como las inundaciones, empozamientos y accidentes por no plantear un adecuado proyecto que remedie estas situaciones.
- El peligro que genera la entrada al estacionamiento al ser de un solo carril, tener puntos ciegos y sin señalizar.
- La poca inclusión de fuentes de energía eco amigables como la solar en los diferentes proyectos en nuestro país que auto solventan energéticamente proyectos pequeños de este tipo acompañado de un



buen diseño que den una bonita y admirable impresión en las poblaciones en general.

- El no contar con un adecuado sistema de drenaje que evite inundaciones y accidentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Proponer una solución y mejoramiento para el estacionamiento de la Universidad Continental que satisfaga la necesidad de un ambiente adecuado, auto sostenible y seguro para el parqueadero de los vehículos que frecuentan la universidad.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar una propuesta de pavimentación para el área de estacionamiento de la Universidad Continental – Arequipa.
- Elaborar un sistema de drenaje para la superficie de las diferentes áreas del proyecto para mitigar los problemas que traen las precipitaciones pluviales en épocas del año en nuestra ciudad si no se tiene un diseño adecuado en las construcciones de este tipo.
- Implementar paneles solares y accesorios para generar de forma autónoma energía eléctrica para el funcionamiento de la estación proyectada de la Universidad Continental - Arequipa.

1.3 Justificación e importancia

La moderna infraestructura de la Universidad Continental presenta un incremento de alumnado y personal que labora, con cada año que transcurre, los mismos requieren una mejor calidad de servicios al momento de realizar sus actividades dentro de la Universidad.

Actualmente el estacionamiento de la Universidad Continental presenta escasas condiciones ambientales, seguridad y comodidad, por lo que es necesario el mejoramiento de la infraestructura para que tanto alumnado, docentes y personas que frecuenten la casa de estudio tengan una comodidad y seguridad al momento de utilizar el estacionamiento.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Nacionales

Pavimentos adoquinados

En la actualidad, con el crecimiento acelerado de la demanda de vehículos tanto para fines comerciales, así como de transporte de pasajeros, los pobladores en general viven en un completo desorden por la falta de un proyecto de infraestructura vial urbana. Para darle solución a este tipo de



problemas se proponen alternativas de diseño de pavimentos rígidos para el mejoramiento de la transpirabilidad vehicular y peatonal. [1]

Se deben realizar levantamientos topográficos del área del proyecto, así como la exploración de campo y ensayos del laboratorio con fines de pavimentación, adicionalmente a esto se deben realizar estudios de tráfico y el estudio hidrológico, datos que son necesarios para el diseño de un pavimento rígido. [1]

La metodología empleada es AASHTO 93 que permite realizar las revisiones por carga al centro de la losa, así como en las juntas longitudinales y transversales. Este proyecto es una investigación no experimental de tipo transversal descriptiva porque consta de una sola variable con la cual se trabaja el desarrollo de este y la técnica es la observación y el instrumento de recolección de datos es la guía de observación. Por lo tanto, para determinar los volúmenes de movimiento de tierras a los perfiles longitudinales se le hace un corte de 0.20 m. para el concreto y 0.20 m. para el afirmado seleccionado, y finalmente se hace el mitrado para determinar el presupuesto del proyecto [1].

El proyecto de mayor envergadura ha sido la Vía de Evitamiento de la ciudad del Cusco, que conecta varios distritos (Cusco, Wanchaq, San Sebastián y San Jerónimo). La ejecución de este proyecto trajo a la población beneficios económicos y sociales. Mediante esta investigación se pretende analizar beneficios y costos a partir de la percepción de la población sobre factores económicos y sociales (Comercio, agricultura, empleo, educación, problemas sociales y ambientales) y dar a conocer la eficiencia de la inversión ejecutada, calidad de obra y tiempo ejecutado. Conclusiones: la ejecución de la vía de Evitamiento no contribuyó adecuadamente en la población, pero generó beneficios económicos y sociales. En el que se aprecia sobredimensionamiento de costos de inversión, teniendo una ejecución a diciembre del 2016 de S/. 394, 186,329 nuevos soles. Señalización: 45.4% de la población la califica como mala. Iluminación: regular llegando a representar el 57.6%; tiempo de ejecución: tuvo un ligero incremento en el plazo programado de 59% del estudio de factibilidad a la ejecución a nivel de Sosem es decir se ejecutó en 37 meses. Incremento de vehículos: 52% sector de Agua buena, 71% sector de Petroperú y 44% en Angostura. Ahorro de tiempo: el 62.8% de la población beneficiaria indica que cuando se traslada de un distrito a otro, ahorran tiempo, pero si se trasladan en la misma vía no tuvo cambio alguno, el 66.7% de la población del área de influencia hace uso constante de la Vía. Comercio: incrementó sus ingresos en 20%. Factores sociales: empleo: 68.6% de la población afirma que la ejecución de esta obra ha generado empleo de mano de obra no calificada. Educación: la calidad del servicio educativo no tuvo mejora alguna. Salud: 37 % de la población afirma que disminuyo las enfermedades respiratorias. Agricultura: 70.8% de la población que aún trabaja en agricultura afirman que disminuyeron los costos de transporte. Los costos sociales que generó la ejecución de esta vía están medidos mediante las externalidades positivas y negativas: Valoración de terrenos: incrementándose en 20% del precio. Incremento de



accidentes: causa principal la imprudencia de los beneficiarios. Problemas sociales: 40.4% de la población afirmó el deterioro de viviendas (rajaduras). [2]

Energía Solar

La intensa radiación solar que se registra en la mayor parte del año en Arequipa privilegia a la región para la producción de energía fotovoltaica. Sin embargo, no hay iniciativas que impulsen la creación de las energías renovables. El especialista alemán Walter Wiedemann señaló que Arequipa el clima propicio para generar la energía fotovoltaica, y en la misma ciudad se puede instalar paneles solares que posibiliten aprovechar las ventajas de la radiación. “En Arequipa se puede generar un promedio mayor a 930 vatios por metro cuadrado con paneles solares, pero esta ventaja no es aprovechada”, señaló. Además, recordó que el Perú depende en gran parte de la energía eléctrica que se produce mediante hidroeléctricas, pero se prevé que en los próximos años el cambio climático disminuirá la cantidad de recursos hídricos, motivo por el cual se debe promover el aprovechamiento de otras energías renovables. “En los techos de las casas de familias arequipeñas se pueden producir el doble de energía que se consume y así podemos acceder a una energía gratuita. Arequipa posee ventajas comparativas”. [3]

En el Perú, comparada con otros países, existen todavía pocos sistemas fotovoltaicos, SFV: hasta 2005, en el Perú hay alrededor de 10 000 SFV (sistema foto voltaico) instalados, con una potencia total de 1.5 MWp (significa que todos los paneles solares instalados en el Perú pueden producir electricidad de una potencia de 1.5 MW si están expuestos a pleno sol) 65 % de esta potencia corresponde a SFV para telecomunicaciones, 29 % para iluminación interna a casas, incluyendo postas de salud, salas comunales, etc. [4]

El centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingenierías (CER-UNI) esta ejecutando desde 1996 un proyecto piloto de electrificación fotovoltaica en la comunidad insular de Taquile en el Lago Titicaca. En este proyecto se había considerado que los usuarios deben para mayormente el costo de los SFV (sistema foto voltaico), salvo los costos de los estudios previos y de seguimiento, pero con facilidades y que los usuarios sean después propietarios de los SFD (sistema fotovoltaico domiciliario). En el marco de este proyecto se ha instalado 427 SFD, todos funcionando hasta la fecha. [4]

Lluvias y precipitaciones

Las precipitaciones pluviales se presentan en el Perú con regularidad en los meses de diciembre a Marzo (época de verano), tiende a aumentar la intensidad por la presencia del fenómeno del niño. En Arequipa se han presentado lluvias de mediana intensidad en meses de diciembre, enero, febrero y parte del mes de marzo, los ciclos hidrológicos suelen alterarse dando temporadas de sequías. [5]

2.2 Bases teóricas

En los pavimentos de adoquines de concreto la capa de rodadura esta conformada por adoquines de concreto, estos están colocados sobre capas de arena entre sus juntas. Similar a los pavimentos de asfalto pueden tener una base, o una subbase con espesores ligeramente menores que para los de asfalto. [6]

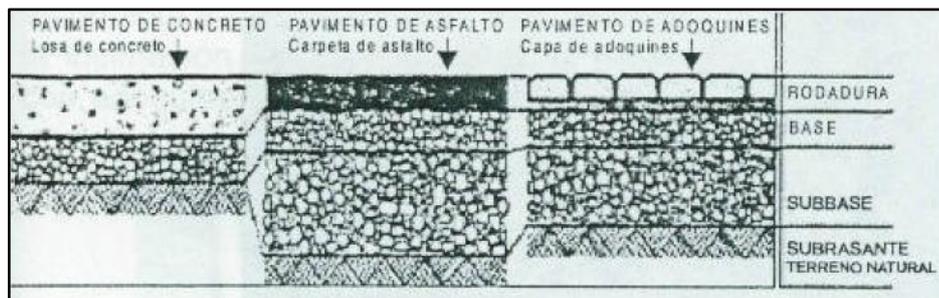


Fig. 01. Capas de diferentes tipos de pavimentos. [6].

Adoquines

Los adoquines de concreto elaborados de acuerdo con la NTP 399.611-2017 deberán estar conforme a los tres tipos. [7]

Tabla I

Tipos de adoquines

Tipo	Descripción
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
III	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

Nota. Categorización de adoquines en función al tipo de vehículo. [7]

Tabla II

Espesor Nominal y resistencia de compresión

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad Individual
I Peatonal	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II Vehicular ligero	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores	>= 80	55 (561)	50 (510)

Nota. Valores establecidos serán considerados como estándar. [7]

Capas



- **Capa de adoquines:** Los adoquines tienen un espesor variable entre 4 y 8 cm. Para todo tipo de tráfico que va desde el peatonal al vehicular.
- **Capa de arena:** Esta capa se construye de 3 a 5 cm. De espesor, con arena suelta, gruesa y limpia.
- **La base:** El espesor de la base depende del material con que se construya, del tránsito y de la calidad del suelo.

Suelo

- **Suelo categoría 1 (S1):** Es de mala calidad; es decir, cuando está húmedo se deforma con el paso de unos pocos vehículos pesados y se hace muy difícil la circulación sobre él.
- **Suelo categoría 2 (S2):** Es de calidad intermedia, cuando está húmedo permite el paso de los vehículos pesados con poca deformación.
- **Suelo categoría 3 (S3):** Es de buena calidad y, aun cuando este húmedo, permite el paso de los vehículos sin deformarse.

Se distinguen dos formas de radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna, gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar ocasionados por las nubes y el resto de los elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que concentración de la luz difusa no es posible por provenir de múltiples direcciones. Sin embargo, ambas radiaciones son aprovechables. [8]

En cuanto a los receptores se pueden diferenciar los receptores activos y receptores pasivos. Los primeros utilizan mecanismos para orientar el sistema receptor hacia el Sol -llamados seguidores- y captar mejor la radiación directa. Los pasivos, en tanto, no son capaces de realizar este seguimiento. Una importante ventaja de la energía solar es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica. Así, tienen lugar los sistemas de generación distribuida en los que se eliminan casi por completo las pérdidas que se registran en el transporte de energía, que en la actualidad suponen aproximadamente el 40% del total, y la dependencia energética. [8]

Tabla III
Características técnicas físicas

Características físicas	Unidades
Altura	Milímetros (mm)
Ancho	Milímetros (mm)
Espesor	Milímetros (mm)
Peso	Kilogramos (kg)

Nota. Características técnicas físicas del sistema fotovoltaico. [9]

Tabla IV
Características técnicas eléctricas



Características eléctricas	Unidades
Potencia Pico (Pmax)	Watt (W)
Corriente cortocircuito (Isc)	Ampere (A)
Tensión circuito abierto (Voc)	Volt (V)
Corriente máxima potencia (Imax)	Ampere (A)
Tensión máxima potencia (Vmax)	Volt (V)

Nota. Características técnicas eléctricas del sistema fotovoltaico. [9]

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Resultados esperados

Los resultados esperados de este proyecto son:

- Que la Universidad Continental Sede Arequipa cuente con un estacionamiento adecuado, innovador y eficiente que cubra las necesidades básicas pero que también haga la diferencia en su función en comparación a otros lugares similares de la ciudad.
- Que el estacionamiento sea autosuficiente en generar energía eléctrica para la iluminación y señalización a partir de energía captada por paneles solares y de esta manera se incentive a utilizar nuevas maneras de captar energía eléctrica que aporten al medio ambiente.
- Que, en épocas de precipitación pluvial, el proyecto cuente con un sistema de drenaje que evite problemas de inundación, empozamiento y posibles accidentes.

3.2 Compresión de la solicitud

La región de Arequipa especialmente la localidad de Arequipa (cercado y distritos aledaños) a pesar de sus características climáticas desérticas y semidesérticas con cierta frecuencia y con periodicidad es severamente afectada por precipitaciones pluviales convectivas (chubascos), las que actuando combinadamente con la considerable pendiente topográfica de la región general avenidas de ríos y torrenteras que a su vez producen inundaciones generando pérdidas humanas. [10]

Tabla V
Caudal máximo de torrenteras en Arequipa [10]

Torrentera	Qmax en m3/s
Polanco	39.48
San Lazaro	43.74
Miraflores	19.64
Mariano Melgar	69.20
Paucarpata	30.40



Zamacola	21.00
----------	-------

Tabla VI

Caudal máximo de las torrenteras de Mariano melgar [10]

Punto	ubicación	área Seccional, a (m2)
6	Puente Lambramani	27.60

Ahora tomando datos de la estación pluviométrica de la pampilla se tiene.

Tabla VII

Cuadro de precipitaciones estación pampilla.

Precipitaciones Máximas en 24 horas			
Estación Pluviométrica	La Pampilla	Latitud:	16°24'18.22"
		Longitud:	71°31'24.02"
año	Precipitaciones máximas anuales (mm)		
2975	46.7 mm		
1997	33.4 mm		
2012	35.3 mm		
2013	124.5 mm		

Nota: Precipitaciones máximas en 24 horas captadas por la estación pluviométrica la Pampilla. [5]

De todo lo recopilado se tiene en cuenta que 1 mm. de lluvia equivale a 1 L. de agua por m2.

ADOQUINADO

Los pavimentos adoquinados ofrecen una mayor durabilidad ante la presencia de capa freática alta. [6]

Los adoquines son piezas de concreto simple que han pasado por un proceso de vibro compactación, asegurando un tránsito más rápido, confortable seguro, además de ser económicos y tener un mejor comportamiento ante las lluvias. [11]

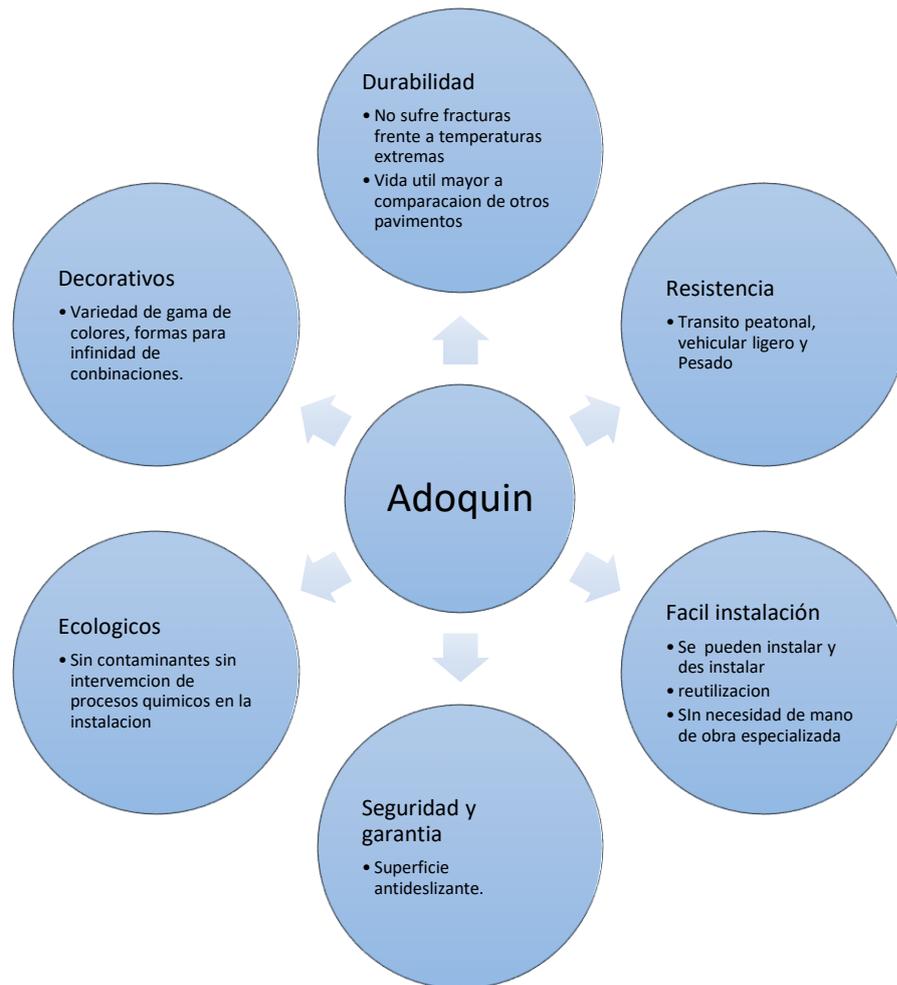


Fig. 02. Beneficios del uso de adoquín. [11]

Sobre las empresas que proveen de adoquines a la región Arequipa están Supermix y Sodimac.

Tabla IX. Precios de adoquines (soles por unidad). [12]

Supermix		Sodimac	
Tránsito peatonal	0.8	Tránsito peatonal	0.7
Tránsito vehicular ligero	1.1	Tránsito vehicular ligero	-
Tránsito vehicular industrial	1.7	Tránsito vehicular industrial	-
Maestro Home Center		Postes Arequipa	
Tránsito peatonal	0.7	Tránsito peatonal	-
Tránsito vehicular ligero	-	Tránsito vehicular ligero	0.84
Tránsito vehicular industrial	-	Tránsito vehicular industrial	-

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Identificación de requerimientos

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Estacionamiento: Construcción de un sistema de estacionamiento para uso de alumnos, docentes, visitantes de la Universidad Continental - Filial Arequipa divididas en las siguientes áreas:

- Área de estacionamiento
- Área de transpirabilidad vehicular
- Área de transpirabilidad Peatonal (vereda).
- área verde.

Sistema de drenaje: Construcción de un sistema de drenaje para la evacuación pluvial en épocas de precipitación en la ciudad de Arequipa que se comprende en:

- Puntos de captación pluvial en áreas del estacionamiento.
- Tramos de evacuación pluvial.
- Puntos de control del sistema de red de drenaje.
- Punto de desembocadura del sistema de drenaje.

Generación de energía eléctrica Eco Amigable: Suministro de energía eléctrica para el alumbrado de la zona de estacionamiento en horas de la noche que comprende en lo siguiente.

- Sistema de captación de energía solar con paneles (Paneles solares).
- Equipos de transferencia, almacenamiento y ,manejabilidad de energía captada (Inversor Solar, Batería).
- Equipos de iluminación y señalización.

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

Durabilidad y Funcionalidad

Accesibilidad:

Adaptabilidad

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FUNCIÓN A LOS REQUERIMIENTOS

Item.	Problema	Requerimiento	Solución
1	<i>Espacio destinado para el parque de vehículos de alumnos, docentes y personas en general de la Universidad Continental.</i>	<i>Construcción de estacionamiento con un aproximado de 104 espacios (99 para parque común y 3 espacios para parqueo de personas con discapacidad)</i>	<i>Contar con un sistema de estacionamiento inclusivo con las personas con discapacidad (parqueo, acceso) que satisfaga la necesidad actual.</i>
2	<i>Precipitaciones</i>	<i>construcción de un</i>	<i>Adecuado drenaje</i>

	<i>pluviales en épocas del año en la ciudad de Arequipa que generan inundaciones y daños materiales y humanos.</i>	<i>sistema de drenaje para evacuar precipitaciones pluviales en la zona de estacionamiento.</i>	<i>de las aguas pluviales del estacionamiento evitando inundaciones y por lo tanto daños materiales y accidentes.</i>
3	<i>Iluminación de estacionamiento en horas de la noche o oscuridad que dificulte la visibilidad y por lo tanto la correcta circulación por la zona del proyecto.</i>	<i>Sistema de iluminación en zona de parqueadero con un área total de 4009.69 m²</i>	<i>Construcción de puntos de alumbrado para áreas como: Área de estacionamiento 1300 m², área de transitabilidad vehicular de 1623.00 m², área de transitabilidad peatonal de 450.54 m².</i>

4.2 Análisis de la solución (concepto de solución)

1) *crear una propuesta de la solución*
Plan General.

En esta primera parte se realizará un estudio de la necesidad de estacionamientos en la universidad, que comprenderá un programa de construcción y un plan de etapas de acuerdo con la situación actual de la demanda y su evolución previsible a medio y largo plazo.

Para ello se hará una zonificación del estacionamiento a partir de datos sobre usos del suelo teniendo en cuenta las condiciones naturales.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la fase anterior se determinarán, en una primera aproximación, los emplazamientos más idóneos para la localización del estacionamiento.

Una vez definidos los puntos inicialmente seleccionados, se procederá, en cada uno de ellos, a un estudio de viabilidad técnica, en el que se analizarán, de un modo general, las posibilidades físicas de construcción (naturaleza del subsuelo, espacios disponibles, interferencias con los servicios existentes, tráfico, etc.). Una vez determinada la posibilidad de construcción, se estudiará el número de plazas que se pueden construir y su coste. También se realizará, en cada caso, un estudio económico que incluirá: análisis de demanda, oferta.

Con estos datos se llegará al establecimiento de un programa general de construcción de estacionamientos, que abarcará:

Localización

Determinación de prioridades de puesta en servicio con varias alternativas

Plan de etapas Costes de inversión



Estudio de rentabilidad Costes y beneficios sociales
Análisis económico-financiero
Estudio de sensibilidad de las variantes de las distintas alternativas

2) evaluar la viabilidad de la propuesta

Una vez determinados, en la fase anterior, los estacionamientos a construir y su prioridad, se procederá, en cada caso, a la redacción de un estudio de viabilidad, que abarcarán las partes siguientes:

- b 1. Estudio detallado previo de la viabilidad técnica.
- b 2. Estudio de viabilidad económica.
- b 3. Ejecución de los proyectos técnicos.

Las partes b 1 y b 2 están íntimamente ligadas ya que la viabilidad técnica dará el número máximo de plazas y la viabilidad económica el número de plazas óptimo. Además de la capacidad, la parte b 1 desarrollará:

- Esquema funcional: dimensionado de plazas de estacionamiento y circulación, accesos, disposición de las rampas, etc.
- Concepción desde el punto de vista urbanístico: adaptación al sistema de circulación de la zona, a la arquitectura colindante, al paisaje urbanístico, etc.
- Concepción del sistema constructivo.

El estudio de viabilidad comprende las mismas fases de pre viabilidad del Plan General. Sin embargo será necesario realizar un análisis más profundo, con objeto de llegar a resultados de mayor precisión,

Por tanto se deberá analizar:

- Demanda: actual, reprimida, a medio y largo, plazo
- Ocupación de los estacionamientos existentes
- Costes de inversión: obra civil, instalaciones, gastos de organización, gastos de estudios previos, gastos financieros
- Estudio de rentabilidad
- Fuentes de financiación

3) realizar un análisis técnico y económico

En la parte b 3 se realizarán los proyectos técnicos, que tendrán el siguiente contenido para cada uno de los estacionamientos:

Memoria

- Planos de superficie
- Planos del sistema de circulación, rampas, accesos y disposición de las plazas en cada planta
- Secciones y alzados
- Proyecto básico de estructuras y cimientos
- Proyectos básicos de las siguientes instalaciones:
 - conducción de agua de lluvia
 - señalización interna y externa
 - electricidad (iluminación)
 - control automático de entradas y salidas
- Método constructivo.

4.2.1 Estructura de funciones

4.2.2 Diseño conceptual

En la fig. 03 se muestra un corte de las capas que conformaran el pavimento del estacionamiento, este tendrá en la parte de la rodadura adoquines de concreto, y combinado a este se tendrá una red de drenaje conformada por canaletas y puntos de captación de lluvias por tuberías, para finalmente desembocar a la torrera que es la fuente mas cercana para expulsar las aguas pluviales del estacionamiento

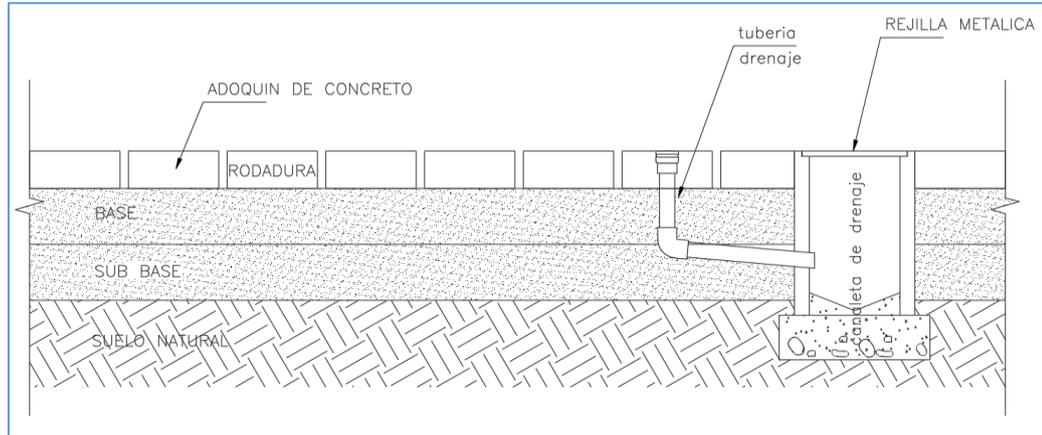


Fig. 03. ADOQUINADO Y DRENAJE DEL PROYECTO

SISTEMA ELÉCTRICO (PANELES SOLAR)

Para el sistema eléctrico este estará compuesto por:

- Paneles Solares
- batería
- Inversor Solar
- Puntos de iluminación y señalización.

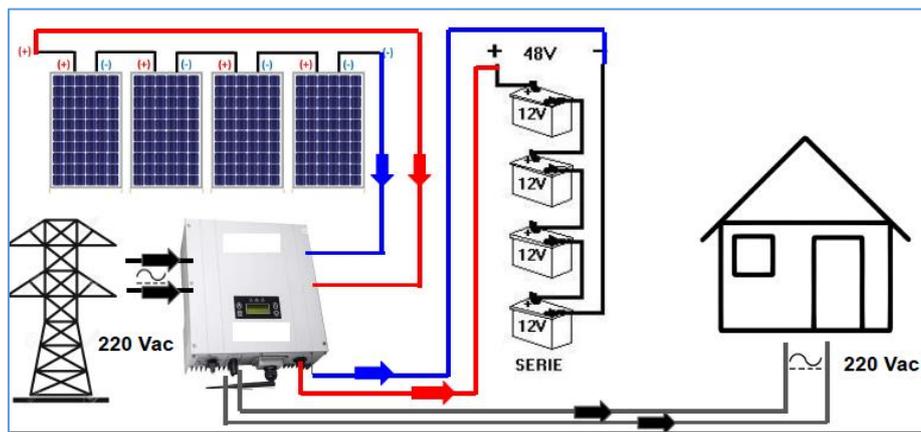


Fig. 04. SISTMA DE CAPTACION DE ENERGIA SOLAR

4.3 Diseño

La construcción del estacionamiento consiste en tener un sistema de adoquina de las áreas de transpirabilidad y parqueadero, generación de energía eléctrica a partir de energía solar captada por panales y construcción de un sistema de drenaje para la evacuación de lluvias en épocas de precipitación en la ciudad.

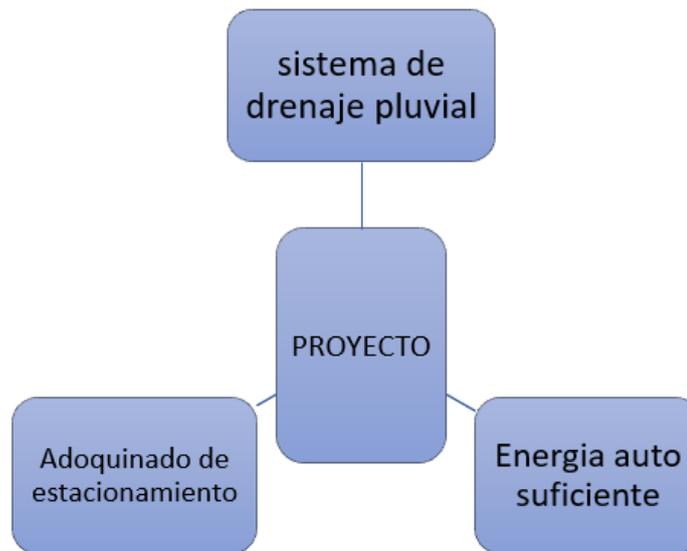


Fig. 05. distribución del proyecto en 3 ideas (Pavimentación del estacionamiento, sistema de drenaje, energía autosuficiente del estacionamiento).

ADOQUINADO DE ESTACIONAMIENTO

Para el diseño de la pavimentación del estacionamiento se tienen los siguientes cálculos.

Las dimensiones de las capas que se determinaron son:

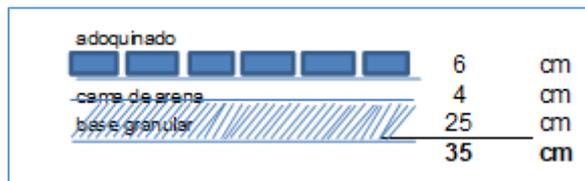


Fig. 06. Espesor de capas para estacionamiento.

SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

Para el sistema de drenaje del estacionamiento se parten de los datos obtenidos por la Estación Meteorológica la Pampilla

Tabla VII

Cuadro de precipitaciones estación pampilla.

Precipitaciones Máximas en 24 horas			
Estación	La Pampilla	Latitud:	16°24'18.22"
Pluviométrica		Longitud:	71°31'24.02"
año		Precipitaciones máximas anuales (mm)	
2975		46.7 mm	
1997		33.4 mm	
2012		35.3 mm	
2013		124.5 mm	



Nota: Precipitaciones máximas en 24 horas captadas por la estación pluviométrica la Pampilla. [5]

De todo lo recopilado se tiene en cuenta que 1 mm. de lluvia equivale a 1 L. de agua por m², por lo tanto, el sistema de drenaje será capaz de evacuar 1mm de lluvia para 4009.69 m² del área del proyecto, comprendidas y divididas en áreas de estacionamiento, transpirabilidad vehicular, peatonal y área verde.

Para una mayor compresión se adjuntan cálculos, planos y gráficos en anexos.

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS

5.1 Construcción

Son todas las actividades a realizar en el emplazamiento seleccionado para adecuar el terreno, instalar el adoquinado e instalar los postes solares, de acuerdo con lo previsto en la ingeniería de construcción y montaje, de tal manera que puedan funcionar coordinadamente entre sí y, como conjunto, la instalación produzca la esperada capacidad, rendimiento y disponibilidad.

5.1.1 Adecuación del terreno

De acuerdo con la ingeniería correspondiente, comprende las actividades de ejecución de obra civil para preparar el terreno con objeto de disponer de zonas de almacenamiento a intemperie y cubierto, accesos, seguridad, limpieza.

También comprende las actividades de montaje de instalaciones eléctricas y mecánicas que permitan el suministro de energía eléctrica, y agua en la obra.

5.1.2 EQUIPO Y HERRAMIENTAS

En la construcción de un pavimento de adoquín se requiere de equipos y de herramientas sencillos para el transporte, corte de los adoquines, colocación de la cama de arena, colocación de la arena de sello y el equipo para compactación de los adoquines.

- **Transporte de los materiales y las herramientas en obra** - se emplean carritos de base plana. Para la distribución de los adoquines se emplean los mismos carritos o carretillas como las que se usan para transportar cajas de aguas gaseosas, colocándoles una tabla en la base y otra que sirva como respaldo para poder apilar los adoquines.
- **Equipo para corte de adoquines** - con el fin de llenar los espacios que quedan contra el confinamiento se parten trozos de adoquines con cinceles, hachuelas, cizallas mecánicas, o sierras con disco metálico adiamantado. Mientras más refinado sea el equipo, más precisos serán los ajustes.
- **Otras herramientas para la construcción** - es necesario contar con: reglas (mínimo 3), tablas o tablones (de apoyo para los instaladores), herramientas varias (hilos, plomadas, estacas, nivel de manguera, cucharas, llanas, mazos de hule para los colocadores, escobas, palas, cintas métricas, lápices, etc.)
- **Vibrocompactador** - es indispensable utilizar un vibrocompactador de plancha para la compactación inicial y final del pavimento. El área de la plancha de la



compactadora debe estar entre 0.20 m² y 0.50 m². No es recomendable utilizar planchas más grandes porque pueden fisurar los adoquines, especialmente si los adoquines tienen 60 mm de espesor.

5.1.3 Construcción de base y sub-base

Siempre debe existir una capa de base, ya que aporta mayor capacidad soporte al pavimento. Para subrasante de terreno natural, se debe nivelar la subrasante con las pendientes definidas por el diseño geométrico de la vía para el drenaje, de modo que sobre ésta se coloque posteriormente la capa de base con un espesor constante en toda el área del pavimento. Se debe retirar el material que sobre en los cortes o se deben llenar las zonas bajas, o vacíos, con un material igual o mejor que el de la subrasante.

La base se construye por capas de espesor constante en toda el área del pavimento. Cada capa debe quedar completamente compactada antes de colocar la siguiente. El espesor de cada una de estas capas depende de la capacidad del equipo que se tenga disponible para la compactación. Como al compactar una cantidad definida del material de base se reduce su espesor, es necesario colocar un espesor mayor de material suelto, para que al compactarlo quede el espesor requerido por el diseño. La superficie debe quedar lo más uniforme posible, sin vacíos, para que la cama de arena de asiento no se introduzca entre estos. Se puede usar un poco de arena o suelo-cemento para emparejar las áreas más rugosas, pero estos rellenos se deben compactar antes de colocar la arena de asiento. El material de base deberá tener niveles acordes a la estructura total del pavimento, que garanticen los espesores mínimos de los otros componentes.

El nivel superior de la base granular compactada deberá estar con respecto a los elementos de borde a 8.5 cm. Se recomienda hacer una prueba piloto, en un área de 1 m² con el fin de establecer el rango de asentamiento de la arena de asiento. Esto definirá el espesor de arena a colocar en estado suelto. Todos los espesores anotados en esta guía de arena de asiento se refieren a su espesor final compactado.

5.1.4 Confinamiento

El confinamiento es parte fundamental del pavimento de adoquines, porque evita que el tránsito dañe la capa de rodadura que está unida debido a la compactación de todo el sistema. Es necesario construir tanto el confinamiento externo como el interno antes de colocar la cama de arena y los adoquines, de tal manera que ambos se coloquen dentro de una caja cuyo fondo será la base compactada y las paredes serán las estructuras de confinamiento.

- Confinamiento externo:

El confinamiento externo está conformado, en general, por el bordillo de una banquetta, un bordillo contra una zona verde o un bordillo a ras, al lado de otro tipo de pavimento. Como estos elementos están en contacto con las llantas de los vehículos y con el medio ambiente, deben ser de concreto con Resistencia ($f'c$) = 4000 Psi (28 MPa) como mínimo a los 28 días.

Los bordillos vaciados en obra deberán tener las mismas especificaciones en cuanto a su geometría y capacidad mecánica que los bordillos prefabricados, no se deben elaborar bordillos con mortero lanzado como revestimiento.



Deberán tener un espesor de 150 mm y 450 mm de profundidad, penetrando 150 mm en la base. La subrasante sobre la que se apoyará los bordillos se debe compactar con un apisonador mecánico y colocarle un mortero de nivelación para el asentado de las piezas. Para bordillos que tengan cruce vehicular, se deberá construir una base del bordillo de al menos 100 mm de espesor. Si no se tiene un respaldo firme (piso o estructura), es necesario colocar un contrafuerte de concreto con una Resistencia ($f'c$) mínima de = 1429 Psi (10 MPa)

Drenajes de confinamiento externo - Para drenar la cama de arena y evitar acumulaciones de agua y deterioro de la base o sub-base, se deben construir drenes verticales de al menos 1" pulgada de diámetro que atraviese la estructura desde la base hasta la subrasante.

Estos drenes se deben llenar con material granular de un solo tamaño, cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido y así evitar la migración de la arena. Estos drenes deberán colocarse en la parte baja de la cama de arena y en los lugares donde se prevea concentración de aguas. Alternativamente se pueden colocar drenes de $\frac{1}{2}$ " de diámetro colocándolos a nivel inferior de la cama de arena, cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido y así evitar la migración de la arena. Para estos drenes se puede utilizar la misma junta de los bordillo

5.1.5 Confinamiento Interno

Se considera confinamiento interno a las estructuras que están dentro del pavimento (sumideros, cámaras de inspección, cunetas, agujeros para plantas, etc.) Sus paredes deben ser de concreto, prefabricadas o fundidas en obra, con un espesor de 150 mm y con drenes de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, colocándolos a nivel inferior de la cama de arena, a cada 400 mm y cubriendo la entrada del tubo con un parche de geotextil no tejido para evitar la migración de arena. Cuando el pavimento tiene pendientes mayores al 8%, se debe colocar confinamiento transversal (bordillos transversales o llaves de confinamiento) a cada 100 metros

5.1.6 Confinamientos Temporales

Los confinamientos temporales pueden ser construidos; en el área pavimentada para prevenir el movimiento de los adoquines colocados al final del día y también para resistir el movimiento lateral durante la compactación final del pavimento.

5.1.7 Drenaje - Pendientes

Las obras de drenaje son las que sirven para manejar las aguas que puedan afectar el pavimento. De este se distinguen dos tipos:

5.1.7.1 Drenaje subterráneo

Si el nivel freático es muy alto y ablanda la subrasante o aparece durante la construcción del pavimento, se debe construir un filtro debajo de la base, consistente en una zanja llena con grava y cubierta con el material de base. Si hay exceso de agua se debe colocar, preferiblemente, un tubo de concreto perforado en la parte inferior de la zanja para sacar el agua hacia el alcantarillado. Si el suelo del lugar es muy fino y se ha abierto la zanja, se deben forrar las paredes con geotextil, luego colocar un poco de grava y sobre ésta el tubo de concreto con perforaciones hacia abajo. Posteriormente se termina de llenar la zanja con grava, se cierra el geotextil y se coloca encima el suelo necesario o la base, bien compactados.

5.1.7.2 Drenaje superficial

El drenaje superficial es aquel que maneja y encausa el agua que está sobre el pavimento (pendientes transversales, cunetas, tragantes, reposaderas, etc.). Las pendientes transversales del pavimento buscan principalmente:

- a) Evacuar el agua de su superficie para mantenerla seca
- b) Reducir la penetración del agua por las juntas y
- c) Conducir el agua a las estructuras de drenaje.

5.1.8 Construcción de la cama de arena de asiento

La arena se coloca suelta, lo más uniforme posible con un contenido de humedad aproximado del 5%. Para la colocación se utilizan 3 reglas, de madera, o aluminio, 2 de ellas como guías y otra como elemento nivelador. Las guías se colocan paralelas, tanto en el centro como al lado de la vía, con el objeto de cubrir todo su ancho. Estas guías se colocan sobre la superficie de la base ya nivelada y compactada y en el espacio entre ellas se riega suficiente arena suelta como para que quede un poco para ser arrastrada. La regla niveladora la manejarán dos personas desde afuera de las guías pasándola una o dos veces a lo largo, sin hacer movimiento de zigzag

5.1.9 Proceso de instalación de adoquines

Espina de pescado - Para tránsito vehicular, se utiliza el patrón en espina de pescado con adoquines rectangulares, ya sea a 45° o 90° (ver figura 9), esto reduce la incidencia de arrastre del adoquín y distribuye mejor las cargas de los neumáticos a las capas de la estructura del pavimento, por lo que no se debe cambiar de alineamiento cuando se llegue a las curvas o a las esquinas

5.1.10 Instalación de los adoquines

Colocar un primer hilo a una distancia corta del borde del confinamiento y tomarlo como referencia para alinear la primera fila de adoquines.

Colocar un segundo hilo a 90° del primer hilo, para asegurarse de que el patrón de colocación no se pierda. El espacio comprendido entre la línea del primer hilo y el confinamiento de borde, puede ser llenado con adoquines y cortes para ajustar si es necesario.

Cuando el pavimento tenga una línea guía, se deberá iniciar con esa línea guía y colocar los adoquines desde allí hacia los confinamientos, evitando colocar piezas de ajuste contra la línea guía. Se debe buscar en todo momento que las piezas a cada lado de la línea guía, sean piezas enteras o mitades, por lo que debe modularse el pavimento según la geometría (forma) de los adoquines que se vayan a colocar y se puede replantear la posición de la línea guía con respecto al ancho del pavimento.

5.1.11 Juntas

La junta entre cada elemento debe quedar lo más cerrada posible para que el pavimento funcione adecuadamente. Cada adoquín se debe tomar con la mano y sin asentarlo se debe recostar contra los adoquines vecinos de forma precisa donde se quiere colocar, después de ajustarlo contra los adoquines vecinos se desliza hacia abajo y se suelta cuando se ha asentado sobre la cama de arena, a este método se le llama comúnmente “click and drop” (golpear y soltar)



5.1.12 Compactación inicial

Se entenderá como compactación inicial al procedimiento de dar por lo menos dos pasadas con el equipo de compactación adecuado desde diferentes direcciones, recorriendo toda el área del pavimento en una dirección antes de recorrerla en la dirección contraria, cuidando siempre traslapar cada recorrido con el anterior para evitar posibles escalonamientos.

La compactación inicial debe realizarse tan pronto como sea posible después de haber colocado todos los adoquines entero y piezas de ajuste para cumplir con el nivel del pavimento terminado.

Las funciones de la compactación inicial son:

- a. Enrasar la capa de adoquines para corregir cualquier irregularidad en su espesor y o durante la colocación
- b. Iniciar la compactación de la cama de arena de asiento de los adoquines
- c. Iniciar el llenado parcial de las juntas desde la cama de arena de asiento hacia arriba y con ello el amarre de los adoquines.

5.1.13 Colocación de arena de sello o sellado de juntas

Para sellado de juntas se debe utilizar el material que cumpla con las características de la sección de arena de sello

Se esparce la arena sobre los adoquines formando una capa delgada que no cubra totalmente los adoquines y se barre repetidamente y en distintas direcciones con escobas o cepillos de cerdas largas y duras, tantas veces como sea necesario para que penetre la junta, este barrido se hace antes de, o simultáneamente, con cada pasada del vibrocompactador y al final de la operación de manera que las juntas queden totalmente llenas.

5.1.14 Compactación final y limpieza

La compactación final proporciona firmeza al pavimento de adoquines, por lo que se debe poner especial cuidado en este proceso y tener presente que también el tránsito posterior sobre el pavimento continuará compactando y acomodando los adoquines, así como el sello de arena en las juntas.

La compactación final se realiza con el mismo equipo y de la misma manera que la compactación inicial, pero con el barrido, simultaneo o alterno, del sello de arena. Es muy importante verificar que no se acumule arena sobre los adoquines y que no se formen protuberancias que hagan hundir los adoquines al pasar el vibrocompactador sobre ellos

Se deben dar como mínimo cuatro pasadas o las pasadas necesarias con el vibrocompactador en diferentes direcciones cuidando siempre trasladar cada recorrido con el anterior para que los adoquines queden completamente firmes.

5.2 Conclusiones

Es de gran importancia tener presente que en estas épocas el impacto que producen las actividades en la contaminación del medio ambiente, lastimosamente no hay manera de evitar esto en un 100 % pero se puede comenzar a utilizar nuevas formas más ecológicas para generar energía eléctrica, tales son como el uso de paneles solares (energía solar)



El uso de adoquines de concreto da mayor posibilidad de duración, mantenimiento, y menos complejidad de construcción y/o instalación, esto implica un ahorro en costos de mano de obra, mantenimiento, esto implica que este proyecto sea de fácil instalación y compacto, los adoquines poseen características de durabilidad, y reutilización.

En todo el proyecto se previo las facilidades para personas con discapacidad, por lo tanto, se proyecto estacionamientos para uso exclusivo de estas personas, así como rampas para su fácil acceso a la universidad por medio de veredas anchas y cómodas para su transpirabilidad.

Para la iluminación se opto por postes de luz que se alimenten de energía eléctrica generada por los rayos solares en paneles solares, cabe resaltar que en el mercado existen postes de luz con propios paneles solares, esto seria otra opción de iluminación en el estacionamiento, la idea y objetivo principal como en un inicio se menciona es que se satisfaga la necesidad de contar con un estacionamiento pero autosustentable y amigable con el medio ambiente usando energía ecológica.

5.3 Recomendaciones

- Tener siempre la consideración de proporcionar el ambiente adecuado para todas las personas, por lo tanto, el proyecto se hace inclusivo con todos.
- Se debe tener mucho cuidado con el tema del drenaje, en un inicio se proyecto solo el uso de captadores y un tipo de pavimento permeable, pero revisando los antecedentes de la ciudad de Arequipa, en épocas de verano las lluvias se vuelven torrenciales y difíciles de manejar, por eso se proyecta la construcción de canaletas.
- Es importante que las zonas de estacionamiento destinadas para las personas con discapacidad están cerca de la edificación de la universidad, para su fácil acceso, por lo tanto, esta idea proyectada se deberá respetar con cabalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. C. Casrillo Quispe, «Propuesta de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transpirabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Lajón distrito Huaranchal, Otuzco - La Libertad 2017,» La Libertad, 2017.
- [2] I. Horque Mayta, «Evaluación económica y social del PIP mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la vía de Evitamiento de la ciudad del Cusco,» Cusco, 2017.
- [3] El Pueblo, Diario, *Clima de Arequipa tiene Potencial para generar energía fotovoltaica*, 16 Noviembre 2016.
- [4] M. Horn, «El estado actual del uso de la energía solar en el Perú,» *Perú Económico*, vol. XXIX, nº 11, 2006.



- [5] A. R. Gonzales Remond y A. A. Velazco Madrid, Artists, *Sistema de Drenaje Pluvial para el distrito de Mariano Melgar, Arequipa*. [Art]. Universidad Católica de Santa María, 2014.
- [6] Varios, Pavimentos, Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- [7] Dirección de Normalización INACAL, «Norma Técnica Peruana - NTP 399.611-2017,» INACAL, Lima, 2017.
- [8] OSINERGMIN, «¿Osinergmin - Que es la energía solar?,» [En línea]. Available: <https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/energias-renovables/energia-solar>.
- [9] Varios, «EM-080 Instalaciones con Energía solar,» Lima.
- [10] J. F. Fernandez Davila y A. Benites Montufar, «Estudiio: Inundaciones en la localidad de Arequipa Ocaionadas por el ingreso de las torrenteras,» INDECI, Arequipa.
- [11] Supermix, «Concretos Supermix,» [En línea]. Available: <https://www.supermix.com.pe/adoquines/#1498142362183-5977bbc8-3292>. [Último acceso: 6 Diciembre 2020].
- [12] M. A. Tejada Fernandez y E. G. Loayza Palazuelos, Artists, *Proyecto de Inversion para la producción y comercialización de adoquines ecoamigables hechos a partir de residuos mineros en la provincia de Arequipa al 2017*. [Art]. Universidad Católica San Pablo, 2017.

ANEXOS

- Ver Carpeta de anexos.