

Tabla 121: Aforo vehicular estación A2 viernes-tarde: hacia Cusco

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																				
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																				
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"																				
RECOPIACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2																				
HORA	AUTO, SW	CAMIONETAS			BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER				TRÁILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL	
		PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3
13:00	11	3	12	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10%	98
13:15	10	3	11	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	98
13:30	8	2	10	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	98
13:45	7	2	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11%	98
14:00	11	2	10	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	138
14:15	13	3	13	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12%	138
14:30	17	3	16	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	12%	138
14:45	15	3	14	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	14%	138
15:00	10	0	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11%	70
15:15	11	0	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	10%	70
15:30	7	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14%	70
15:45	8	0	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	13%	70
16:00	12	2	5	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	14%	91
16:15	10	1	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	12%	91
16:30	14	2	6	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	91
16:45	15	2	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	91
17:00	16	2	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	9%	125
17:15	18	2	13	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8%	125
17:30	12	1	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	125
17:45	15	2	11	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10%	125
18:00	26	1	11	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	12%	226
18:15	33	1	14	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	11%	226
18:30	41	1	18	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	12%	226
18:45	37	1	16	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	11%	226
19:00	20	5	11	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	14%	140
19:15	18	4	10	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	16%	140
19:30	16	4	9	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	15%	140
19:45	12	3	7	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	15%	140
TOTAL	443	55	283	64	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	888		888

Fuente: Elaboración propia

Tabla 122: Aforo vehicular estación A2 sábado-mañana: hacia Cusco

HORA		SENTIDO: URUBAMBA-CUSCO										DÍA: SÁBADO									
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER			TRAILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL				
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3				2T2	2T3	3T2	>=3T3
6:00	9	3	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19%	68
6:15	8	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	17%	
6:30	7	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	18%	
6:45	5	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	17%	
7:00	13	3	13	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	9%	
7:15	14	4	14	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	9%	
7:30	9	2	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	119
7:45	11	3	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10%	
8:00	12	2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8%	
8:15	15	3	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7%	
8:30	19	4	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	5%	126
8:45	17	3	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	6%	
9:00	11	1	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	15%	
9:15	9	1	8	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18%	108
9:30	13	1	11	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14%	
9:45	14	1	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	13%	
10:00	8	1	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	16%	
10:15	10	2	8	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17%	99
10:30	12	2	11	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14%	
10:45	11	2	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	
11:00	22	2	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	7%	
11:15	24	2	20	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6%	166
11:30	16	1	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6%	
11:45	20	2	16	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7%	
12:00	13	2	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	107
12:15	12	2	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	17%	
12:30	10	2	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	19%	
12:45	8	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15%	793
TOTAL	352	61	287	66	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	793		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 123: Aforo vehicular estación A2 sábado-tarde: hacia Cusco

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA																				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																				
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"																				
RECOPILACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2																				
HORA	AUTO, SW	CAMIONETAS			BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL	
		PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3
13:00	19	2	13	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	11%	131
13:15	17	2	12	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	11%	131
13:30	15	2	11	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	131
13:45	12	2	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	131
14:00	15	2	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10%	131
14:15	17	2	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	9%	131
14:30	11	1	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	10%	131
14:45	13	2	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	131
15:00	10	2	8	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	131
15:15	13	2	10	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14%	131
15:30	16	2	12	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	12%	131
15:45	15	2	11	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	131
16:00	17	2	15	6	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	23%	131
16:15	13	2	12	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	23%	131
16:30	19	2	16	6	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	21%	131
16:45	21	2	18	7	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	21%	131
17:00	17	2	17	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10%	131
17:15	22	2	22	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	10%	131
17:30	27	2	27	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	10%	131
17:45	24	2	24	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	9%	131
18:00	18	2	10	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	21%	131
18:15	20	2	11	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	21%	131
18:30	12	2	7	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	22%	131
18:45	16	2	9	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	21%	131
19:00	15	1	16	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	11%	131
19:15	13	1	14	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	131
19:30	12	1	13	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	131
19:45	9	1	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	131
TOTAL	448	51	365	98	0	0	35	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1009		1009

Fuente: Elaboración propia

Tabla 124: Aforo vehicular estación A2 domingo-mañana: hacia Urubamba

HORA	AUTO, SW	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER					TRÁILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL				
		PICK UP	COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3							
																					SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA			
6:00	13	2	16	4	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	21%	122
6:15	12	2	14	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	122
6:30	11	2	12	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14%	144
6:45	8	1	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	14%	144
7:00	13	2	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	144
7:15	16	3	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	11%	144
7:30	20	3	15	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	14%	144
7:45	18	3	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	11%	144
8:00	19	3	14	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	8%	145
8:15	21	3	16	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	7%	145
8:30	13	2	10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	7%	145
8:45	17	3	13	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8%	178
9:00	18	3	16	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	14%	178
9:15	14	2	13	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	15%	178
9:30	20	3	18	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	13%	178
9:45	22	3	21	4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	15%	178
10:00	29	6	21	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	11%	236
10:15	32	7	23	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	13%	236
10:30	20	4	15	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	13%	236
10:45	26	5	19	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	12%	236
11:00	20	4	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	15%	214
11:15	26	4	14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	14%	214
11:30	32	6	18	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	14%	214
11:45	29	5	16	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	12%	214
12:00	32	6	16	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	10%	197
12:15	28	5	14	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	10%	197
12:30	25	5	12	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	11%	197
12:45	20	4	10	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	11%	197
TOTAL	574	101	411	105	1	0	34	1	1	1	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1236		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125: Aforo vehicular estación A2 día domingo-tarde: hacia Urubamba

HORA		SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA										DÍA: DOMINGO									
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER			TRÁILER			%VEH. PESADO	SUB TOTAL	TOTAL				
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3				2T2	2T3	3T2	>=3T3
13:00	28	4	8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	11%	147
13:15	25	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	8%	147
13:30	23	3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8%	147
13:45	18	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11%	147
14:00	8	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15%	106
14:15	11	2	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	106
14:30	13	3	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	18%	106
14:45	12	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	106
15:00	17	2	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	9%	128
15:15	19	3	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	39	13%	128
15:30	12	2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	128
15:45	16	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10%	128
16:00	16	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	6%	130
16:15	12	1	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8%	130
16:30	17	2	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	6%	130
16:45	19	2	14	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	13%	130
17:00	15	3	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12%	126
17:15	17	4	12	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	15%	126
17:30	11	2	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13%	126
17:45	13	3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	126
18:00	9	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10%	109
18:15	12	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	109
18:30	14	3	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	15%	109
18:45	13	3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10%	109
19:00	10	2	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	96
19:15	9	1	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	96
19:30	8	1	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	96
19:45	6	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11%	96
TOTAL	403	65	278	61	4	1	25	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	842		842

Fuente: Elaboración propia

Tabla 126: Aforo vehicular estación A2 lunes-mañana: hacia Urubamba

HORA		RECOPLACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2										SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA										DÍA: LUNES		
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER					TRÁILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL					
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3				3T2	>=3T3			
6:00	17	2	16			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	19%	146	
6:15	16	2	14			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	18%	146	
6:30	14	2	13			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	19%	146	
6:45	11	1	10			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	21%	146	
7:00	12	2	9			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	142	
7:15	15	3	11			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	17%	142	
7:30	18	3	14			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	17%	142	
7:45	17	3	12			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	16%	142	
8:00	15	2	16			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	11%	142	
8:15	17	2	18			0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	46	20%	142	
8:30	11	1	11			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	146	
8:45	13	2	14			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12%	146	
9:00	14	4	12			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	14%	146	
9:15	11	3	10			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	146	
9:30	16	5	14			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	13%	146	
9:45	18	5	15			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	14%	146	
10:00	16	1	16			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13%	140	
10:15	17	1	17			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	19%	140	
10:30	11	1	11			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	140	
10:45	14	1	14			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12%	140	
11:00	15	3	8			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	158	
11:15	18	4	11			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13%	158	
11:30	23	5	13			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	15%	158	
11:45	21	4	12			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	12%	158	
12:00	22	3	11			0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	16%	142	
12:15	20	2	9			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	16%	142	
12:30	18	2	8			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	18%	142	
12:45	14	2	7			0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	18%	142	
TOTAL	444	71	346	99	6	0	0	34	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1016		1016	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127: Aforo vehicular estación A2 lunes-tarde: hacia Urubamba

HORA		SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA										DÍA: LUNES										
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN		SEMI TRÁILER				TRÁILER		SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL						
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2				>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
13:00	19	4	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	15%	132
13:15	17	4	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	11%	132
13:30	15	3	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	13%	132
13:45	12	3	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	15%	132
14:00	7	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	19%	84
14:15	8	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	21%	84
14:30	11	2	8	3	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	25%	84
14:45	9	1	7	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19%	84
15:00	12	3	13	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	121
15:15	13	3	14	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	19%	121
15:30	8	2	9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	17%	121
15:45	11	3	11	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14%	121
16:00	12	3	11	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	16%	132
16:15	10	3	9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	15%	132
16:30	14	4	13	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14%	132
16:45	15	4	14	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	15%	132
17:00	18	3	9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	12%	129
17:15	20	3	10	2	1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	18%	129
17:30	13	2	6	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13%	129
17:45	16	3	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	13%	129
18:00	11	4	8	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	141
18:15	13	5	10	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	33	15%	141
18:30	17	7	12	3	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	44	18%	141
18:45	15	6	11	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	14%	141
19:00	9	3	12	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	20%	94
19:15	8	2	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	24	13%	94
19:30	7	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22	14%	94
19:45	6	2	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18	11%	94
TOTAL	346	86	272	65	7	0	42	2	0	3	0	0	10	0	0	0	0	0	0	833		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128: Aforo vehicular estación A2 martes-mañana: hacia Urubamba

HORA		CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN				SEMI TRAILER					TRÁILER				SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL				
		AUTO, SW	PICK UP		COMBI	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
6:00	1	15	12	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	20%	117
6:15	0	14	11	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	19%	
6:30	0	12	10	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	21%	
6:45	0	10	8	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22%	
7:00	3	11	12	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	16%	
7:15	3	14	15	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	16%	160
7:30	4	18	18	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	15%	
7:45	4	16	17	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	16%	
8:00	3	20	17	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	9%	
8:15	4	22	18	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	10%	164
8:30	2	14	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	10%	
8:45	3	18	15	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10%	
9:00	4	16	9	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	15%	
9:15	3	13	7	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	142
9:30	4	18	10	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	14%	
9:45	5	20	12	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	16%	
10:00	4	17	11	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	18%	
10:15	4	18	12	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	17%	
10:30	3	12	8	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	
10:45	3	15	10	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	18%	
11:00	1	14	11	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	
11:15	2	18	14	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	17%	168
11:30	2	22	17	5	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	18%	
11:45	2	20	16	4	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	16%	
12:00	3	23	13	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	17%	
12:15	2	20	12	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	13%	150
12:30	2	18	11	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14%	
12:45	2	14	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	14%	
TOTAL	462	73	346	102	8	0	50	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28		1042

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129: Aforo vehicular estación A2 martes-tarde: hacia Urubamba

HORA		SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA										DÍA: MARTES									
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER			TRAILER		SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL					
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2				>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
13:00	17	3	12	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	16%	124
13:15	16	3	10	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12%	
13:30	14	3	9	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	
13:45	11	2	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	
14:00	9	1	7	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19%	
14:15	11	1	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17%	
14:30	14	2	11	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	18%	105
14:45	13	1	9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	
15:00	11	5	10	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	
15:15	12	5	11	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	20%	119
15:30	8	3	7	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22%	
15:45	10	4	9	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	21%	
16:00	11	4	8	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	
16:15	9	3	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	10%	109
16:30	12	4	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11%	
16:45	14	5	11	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	12%	
17:00	13	2	8	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	97
17:15	14	3	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10%	
17:30	9	2	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11%	
17:45	11	2	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	
18:00	8	1	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	19%	
18:15	11	1	5	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	23%	89
18:30	13	2	6	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	22%	
18:45	12	1	6	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	21%	
19:00	11	2	13	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	
19:15	9	1	11	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13%	95
19:30	8	1	10	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	14%	
19:45	7	1	8	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	16%	
TOTAL	318	68	238	70	1	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	738		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130: Aforo vehicular estación A2 miércoles-mañana: hacia Urubamba

HORA		RECOPLIACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2										SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA						DÍA: MIÉRCOLES				
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER					TRÁILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL			
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3				3T2	>=3T3	
6:00	18	2	19	6	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	20%	163
6:15	16	2	17	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	19%	163
6:30	14	2	16	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	20%	163
6:45	11	1	12	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	23%	163
7:00	20	1	14	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	8%	200
7:15	25	1	17	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	10%	200
7:30	31	1	22	2	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	11%	200
7:45	28	1	19	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	9%	200
8:00	25	4	18	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	11%	196
8:15	27	4	20	4	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	14%	196
8:30	17	3	13	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	11%	196
8:45	22	3	16	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	13%	196
9:00	21	2	16	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	13%	189
9:15	17	2	12	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14%	189
9:30	24	2	17	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	14%	189
9:45	27	3	19	4	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	16%	189
10:00	22	2	9	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	20%	152
10:15	24	2	11	4	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	20%	152
10:30	15	1	7	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	21%	152
10:45	19	2	8	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	19%	152
11:00	12	2	10	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	17%	153
11:15	15	3	13	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	16%	153
11:30	19	3	16	3	0	0	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	47	19%	153
11:45	17	3	14	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	15%	153
12:00	17	3	12	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	14%	120
12:15	16	3	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	9%	120
12:30	14	3	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10%	120
12:45	11	2	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	9%	120
TOTAL	544	63	393	83	5	0	63	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1173		1173

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131: Aforo vehicular estación A2 miércoles-tarde: hacia Urubamba

HORA		AUTO, SW		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN				SEMI TRÁILER					TRAILER				SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL			
		PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3									
		RECOPLACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2						SENTIDO:				CUSCO-URUBAMBA					DÍA:				MIÉRCOLES					
		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																								
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																								
		"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"																								
13:00	21	3	10	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	15%	133
13:15	19	3	9	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14%	
13:30	17	3	8	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	15%	
13:45	13	2	6	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13%	
14:00	15	2	6	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	
14:15	18	3	8	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	15%	
14:30	23	4	10	1	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	16%	143
14:45	21	3	9	0	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13%	
15:00	21	3	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	6%	
15:15	24	4	8	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	12%	130
15:30	15	2	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8%	
15:45	19	3	7	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6%	
16:00	11	5	8	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	14%	
16:15	9	4	7	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	13%	120
16:30	13	5	9	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	13%	
16:45	14	6	11	2	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	18%	
17:00	17	3	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6%	
17:15	19	3	9	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	11%	115
17:30	12	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	5%	
17:45	15	3	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7%	
18:00	15	3	8	1	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	
18:15	18	3	11	1	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	18%	168
18:30	23	4	13	2	0	0	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	23%	
18:45	21	4	12	1	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	18%	
19:00	9	4	12	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11%	
19:15	9	4	10	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	8%	93
19:30	8	3	9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	9%	
19:45	6	3	7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11%	
TOTAL	445	94	243	30	5	0	66	16	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	11%	902

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132: Aforo vehicular estación A2 jueves-mañana: hacia Urubamba

HORA		RECOPILACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2										SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA					DÍA: JUEVES				
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER			TRAILER		SUB TOTAL		%VEH. PESADO		TOTAL			
AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
16	1	10	5	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	25%	118		
15	0	9	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	25%			
13	0	8	4	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	25%			
10	0	6	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	27%			
12	3	9	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	14%			
15	4	11	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	14%	146		
18	5	14	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	14%			
17	5	12	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	15%			
18	2	9	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	12%			
20	3	11	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	13%			
13	2	7	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	127		
16	2	8	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%			
16	5	17	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	14%			
13	4	13	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	17%			
18	6	19	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	16%	188		
20	6	21	4	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	57	18%			
17	2	8	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	23%			
19	2	9	6	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	27%			
12	1	6	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	24%	134		
16	2	7	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	24%			
16	1	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11%			
20	2	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	8%	150		
25	2	13	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	13%			
22	2	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	10%			
17	3	12	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	9%			
16	2	11	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6%	117		
14	2	10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7%			
11	2	8	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9%			
TOTAL	455	71	299	97	3	0	45	9	0	0	0	1	0	0	0	0	980				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 133: Aforo vehicular estación A2 jueves-tarde: hacia Urubamba

HORA		SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA										DÍA: JUEVES							
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN		SEMI TRÁILER				TRAILER		SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL			
AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2				2T3	3T2	>=3T3
13:00	13	3	11	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	7%	97
13:15	12	3	9	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	8%	
13:30	11	3	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	8%	
13:45	8	2	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	6%	
14:00	12	3	6	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16%	
14:15	4	8	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	16%	131
14:30	18	5	9	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	16%	
14:45	17	5	9	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	14%	
15:00	16	1	10	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	13%	
15:15	18	1	12	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	16%	118
15:30	11	1	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	14%	
15:45	14	1	9	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	14%	
16:00	12	1	12	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	17%	
16:15	9	1	10	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17%	126
16:30	13	1	14	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	15%	
16:45	15	2	15	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	18%	
17:00	10	2	9	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	19%	98
17:15	12	2	10	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	20%	
17:30	7	1	6	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22%	
17:45	9	2	8	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	21%	
18:00	12	3	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	11%	154
18:15	16	4	13	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13%	
18:30	19	5	16	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	13%	
18:45	17	5	15	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	12%	
19:00	14	3	17	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	15%	133
19:15	13	3	16	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	11%	
19:30	11	3	14	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	
19:45	9	2	11	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	
TOTAL	363	72	301	62	5	0	47	7	0	0	0	0	0	0	0	0	857		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 134: Aforo vehicular estación A2 viernes-mañana: hacia Urubamba

HORA		RECOPLIACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2										SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA					DÍA: VIERNES				
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER					TRÁILER				%VEH. PESADO	TOTAL		
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3	SUB TOTAL
6:00	13	3	12	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	22%	113
6:15	11	3	10	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	17%	
6:30	10	3	9	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	19%	
6:45	8	2	7	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19%	
7:00	13	2	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10%	
7:15	17	2	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	8%	157
7:30	21	3	18	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	13%	
7:45	19	2	17	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	10%	
8:00	17	2	14	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13%	
8:15	19	2	15	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	14%	140
8:30	12	1	10	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	
8:45	15	2	12	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	15%	
9:00	17	2	14	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	18%	
9:15	13	2	11	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	169
9:30	19	2	16	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	18%	
9:45	21	3	18	7	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	19%	
10:00	17	2	12	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	16%	
10:15	18	2	14	5	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	17%	139
10:30	12	1	9	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	19%	
10:45	15	2	11	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	18%	
11:00	15	2	11	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	13%	172
11:15	19	3	14	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	14%	
11:30	24	4	17	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	13%	
11:45	21	3	16	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	13%	
12:00	28	6	10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	6%	155
12:15	25	5	9	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	5%	
12:30	22	5	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	5%	
12:45	18	4	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	7%	1045
TOTAL	479	75	347	96	4	0	38	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1045		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 135: Aforo vehicular estación A2 viernes-tarde: hacia Urubamba

HORA		RECOPLACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2										SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA					DÍA: VIERNES				
		CAMIONETAS		BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER					TRÁILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL		
		AUTO, SW	PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3				3T2	>=3T3
13:00	19	3	14	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	12%	140
13:15	17	3	13	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	13%	140
13:30	16	3	11	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	14%	140
13:45	12	2	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	12%	140
14:00	13	3	8	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	17%	140
14:15	16	4	11	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	16%	140
14:30	20	5	13	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	16%	140
14:45	18	4	12	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	15%	140
15:00	16	1	9	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	13%	140
15:15	18	1	9	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	18%	140
15:30	11	1	6	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	10%	140
15:45	14	1	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	140
16:00	14	3	10	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	16%	140
16:15	11	2	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16%	140
16:30	16	3	11	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	14%	140
16:45	17	3	12	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	16%	140
17:00	21	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	3%	140
17:15	23	1	13	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	10%	140
17:30	15	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	4%	140
17:45	18	0	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	3%	140
18:00	11	4	8	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	28	18%	140
18:15	14	5	10	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	19%	140
18:30	17	7	13	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	16%	140
18:45	16	6	11	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	18%	140
19:00	17	3	13	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	11%	140
19:15	16	2	11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	6%	140
19:30	14	2	10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	7%	140
19:45	11	2	8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9%	140
TOTAL	441	74	290	56	6	0	49	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	926		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 136: Aforo vehicular estación A2 sábado-mañana: hacia Urubamba

HORA	AUTO, SW	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRÁILER				TRÁILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL	
		PICK UP	COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3
		SENTIDO: CUSCO-URUBAMBA																		
6:00	16	1	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	27%	115
6:15	14	1	7	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	29%	115
6:30	13	1	6	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	29%	115
6:45	10	1	5	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	30%	115
7:00	7	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20%	82
7:15	9	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20%	82
7:30	12	3	5	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	23%	82
7:45	10	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19%	82
8:00	24	1	4	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	17%	134
8:15	27	1	5	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	21%	134
8:30	17	1	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16%	134
8:45	21	1	4	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	134
9:00	13	4	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	23%	111
9:15	10	3	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	24%	111
9:30	15	4	4	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	23%	111
9:45	16	5	4	4	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	26%	111
10:00	20	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	105
10:15	22	2	3	3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	18%	105
10:30	14	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15%	105
10:45	18	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	105
11:00	14	1	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15%	110
11:15	18	2	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	15%	110
11:30	22	2	4	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	18%	110
11:45	20	2	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	14%	110
12:00	22	3	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	10%	101
12:15	20	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	11%	101
12:30	18	2	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	12%	101
12:45	14	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	11%	101
TOTAL	456	58	99	99	3	0	37	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	758		758

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137: Aforo vehicular estación A2 sábado-tarde: hacia Urubamba

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA																				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																				
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"																				
RECOPILACIÓN DEL AFORO VEHICULAR: ESTACIÓN 2																				
HORA	AUTO, SW	CAMIONETAS			BUS		CAMIÓN			SEMI TRAILER				TRAILER			SUB TOTAL	%VEH. PESADO	TOTAL	
		PICK UP	COMBI	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2				>=3T3
13:00	23			3	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	40	20%	
13:15	21			3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	17%	
13:30	18			3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	19%	
13:45	15			2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	16%	
14:00	15			2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	9%	
14:15	18			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	10%	
14:30	23			4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	15%	
14:45	21			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	9%	
15:00	20			3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	16%	
15:15	23			4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	18%	
15:30	14			2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	17%	
15:45	18			3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	17%	
16:00	16			2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	14%	
16:15	13			1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	12%	
16:30	18			2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	13%	
16:45	20			2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	14%	
17:00	17			3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	15%	
17:15	19			3	4	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	32	19%	
17:30	12			2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	16%	
17:45	15			2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	17%	
18:00	12			1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20%	
18:15	15			1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20%	
18:30	19			2	5	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	35	26%	
18:45	17			1	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	21%	
19:00	14			6	1	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	27	22%	
19:15	12			5	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18%	
19:30	11			5	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	19%	
19:45	9			4	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22%	
TOTAL	468	95	73	73	6	0	41	5	0	0	0	1	2	0	0	0	766			

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Estudio de Velocidad

3.5.3.1. Equipos

- Cámara filmadora
- Cronometro
- Cinta métrica

3.5.3.2. Procedimiento

Para el estudio de velocidad se determinó un punto representativo V1 de la carretera, en la progresiva 24+200 este segmento de vía es una tangente de una longitud considerable, como se aprecia en la **Figura 44**. La velocidad es el espacio entre el tiempo, para ello se decidió medir y marcar 70 metros en la carretera como se muestra en la **Figura 45**, y con apoyo de una cámara filmadora se procedió a grabar el transito durante 1 hora.

Como indica (Transportation Research Board, 2010) La medición se realizó en ambas direcciones cada medición direccional se realizó en base a una muestra aleatoria de por lo menos 100 velocidades de vehículos y cuando el flujo vehicular en ambos sentidos era menor o igual a 200 veh/h, en los horarios determinados por el estudio de volumen vehicular

Una vez finalizada la filmación se llevó a gabinete para proceder a tomar los datos exactos con la ayuda de un cronometro.

Figura 45: Ubicación de punto de muestreo




Fuente: Elaboración propia

3.5.3.3. Toma de datos

Los datos fueron tomados con el formato de velocidad como se muestra a continuación:

Tabla 138: Datos de velocidad N°1 sentido Hacia Urubamba

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA						
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010 "						
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	1
ESTACIÓN		V1	SENTIDO		HACIA URUBAMBA	
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)
1	00:00:08.20	00:00:12.00	3.80	70	18.42	66
2	00:01:06.00	00:01:09.30	3.30	70	21.21	76
3	00:02:59.20	00:03:02.00	2.80	70	25.00	90
4	00:03:06.80	00:03:13.50	6.70	70	10.45	38
5	00:04:29.80	00:04:32.40	2.60	70	26.92	97
6	00:04:40.10	00:04:42.60	2.50	70	28.00	101
7	00:04:46.60	00:04:49.10	2.50	70	28.00	101
8	00:04:56.10	00:04:58.80	2.70	70	25.93	93
9	00:05:23.20	00:05:26.00	2.80	70	25.00	90
10	00:05:25.60	00:05:29.60	4.00	70	17.50	63
11	00:07:31.20	00:07:36.30	5.10	70	13.73	49
12	00:08:37.60	00:08:39.90	2.30	70	30.43	110
13	00:08:46.40	00:08:50.00	3.60	70	19.44	70
14	00:08:48.80	00:08:52.30	3.50	70	20.00	72
15	00:08:53.20	00:08:56.00	2.80	70	25.00	90
16	00:09:07.70	00:09:11.40	3.70	70	18.92	68
17	00:09:09.80	00:09:13.40	3.60	70	19.44	70
18	00:09:42.10	00:09:45.20	3.10	70	22.58	81
19	00:10:29.70	00:10:32.50	2.80	70	25.00	90
20	00:10:37.60	00:10:40.50	2.90	70	24.14	87
21	00:10:42.70	00:10:46.00	3.30	70	21.21	76
22	00:11:38.40	00:11:40.90	2.50	70	28.00	101
23	00:12:09.20	00:12:12.00	2.80	70	25.00	90
24	00:12:41.00	00:12:44.00	3.00	70	23.33	84
25	00:14:06.90	00:14:10.10	3.20	70	21.88	79
26	00:14:16.90	00:14:19.80	2.90	70	24.14	87
27	00:14:20.90	00:14:23.60	2.70	70	25.93	93
28	00:14:26.20	00:14:32.00	5.80	70	12.07	43
29	00:14:37.50	00:14:39.60	2.10	70	33.33	120
30	00:14:54.10	00:14:56.30	2.20	70	31.82	115
31	00:15:02.40	00:15:05.00	2.60	70	26.92	97
32	00:15:35.30	00:15:38.00	2.70	70	25.93	93
33	00:16:05.270	00:16:07.50	2.23	70	31.39	113
34	00:16:05.52	00:16:08.02	2.50	70	28.00	101
35	00:17:28.44	00:17:31.19	2.75	70	25.45	92
36	00:17:58.86	00:18:00.86	2.00	70	35.00	126
37	00:18:31.53	00:18:34.03	2.50	70	28.00	101
38	00:19:19.53	00:19:22.03	2.50	70	28.00	101
39	00:19:57.60	00:20:00.46	2.86	70	24.48	88
40	00:20:21.59	00:20:24.07	2.48	70	28.23	102
41	00:20:29.61	00:20:32.11	2.50	70	28.00	101
42	00:23:22.20	00:23:24.70	2.50	70	28.00	101
43	00:23:40.55	00:23:43.55	3.00	70	23.33	84
44	00:24:03.91	00:24:06.41	2.50	70	28.00	101


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 139: Datos de velocidad N° 2 sentido Hacia Urubamba

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA						
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010 "						
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	2
ESTACIÓN		V1	SENTIDO		HACIA URUBAMBA	
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)
45	00:25:21.55	00:25:24.80	3.25	70	21.54	78
46	00:25:29.56	00:25:31.81	2.25	70	31.11	112
47	00:25:44.39	00:25:46.60	2.21	70	31.67	114
48	00:26:51.60	00:26:56.20	4.60	70	15.22	55
49	00:27:32.93	00:27:35.43	2.50	70	28.00	101
50	00:27:34.95	00:27:36.95	2.00	70	35.00	126
51	00:28:31.00	00:28:33.48	2.48	70	28.23	102
52	00:29:05.15	00:29:07.89	2.74	70	25.55	92
53	00:29:31.00	00:29:34.00	3.00	70	23.33	84
54	00:29:39.27	00:29:42.27	3.00	70	23.33	84
55	00:29:54.37	00:29:57.12	2.75	70	25.45	92
56	00:30:45.63	00:30:48.88	3.25	70	21.54	78
57	00:31:07.54	00:31:15.23	7.69	70	9.10	33
58	00:31:35.63	00:31:38.13	2.50	70	28.00	101
59	00:31:37.86	00:31:40.15	2.29	70	30.57	110
60	00:31:38.40	00:31:41.15	2.75	70	25.45	92
61	00:33:19.65	00:33:22.15	2.50	70	28.00	101
62	00:33:21.40	00:33:25.90	4.50	70	15.56	56
63	00:33:36.71	00:33:39.46	2.75	70	25.45	92
64	00:33:49.28	00:33:52.03	2.75	70	25.45	92
65	00:33:56.57	00:33:59.32	2.75	70	25.45	92
66	00:34:00.20	00:34:02.57	2.37	70	29.54	106
67	00:34:15.40	00:34:18.17	2.77	70	25.27	91
68	00:34:20.17	00:34:23.42	3.25	70	21.54	78
69	00:35:09.18	00:35:11.43	2.25	70	31.11	112
70	00:35:28.78	00:35:31.78	3.00	70	23.33	84
71	00:36:27.55	00:36:31.05	3.50	70	20.00	72
72	00:37:24.60	00:37:27.85	3.25	70	21.54	78
73	00:38:35.00	00:38:37.45	2.45	70	28.57	103
74	00:39:15.14	00:39:18.64	3.50	70	20.00	72
75	00:39:46.54	00:39:49.29	2.75	70	25.45	92
76	00:40:13.41	00:40:15.41	2.00	70	35.00	126
77	00:40:14.16	00:40:16.41	2.25	70	31.11	112
78	00:40:37.54	00:40:39.79	2.25	70	31.11	112
79	00:40:37.54	00:40:40.54	3.00	70	23.33	84
80	00:40:48.33	00:40:52.33	4.00	70	17.50	63
81	00:40:58.08	00:41:00.58	2.50	70	28.00	101
82	00:41:07.83	00:41:10.58	2.75	70	25.45	92
83	00:41:34.29	00:41:37.81	3.52	70	19.89	72
84	00:42:59.48	00:43:01.73	2.25	70	31.11	112
85	00:44:12.06	00:44:14.58	2.52	70	27.78	100
86	00:44:22.41	00:44:24.66	2.25	70	31.11	112
87	00:44:36.46	00:44:40.50	4.04	70	17.33	62
88	00:44:47.25	00:44:49.75	2.50	70	28.00	101


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 140: Datos de velocidad N°3 sentido Hacia Urubamba

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA						
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010 "						
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	3
ESTACIÓN		VI		SENTIDO		HACIA URUBAMBA
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)
89	00:44:56.56	00:44:58.81	2.25	70	31.11	112
90	00:45:21.92	00:45:25.17	3.25	70	21.54	78
91	00:45:56.11	00:45:58.61	2.50	70	28.00	101
92	00:47:45.88	00:47:48.38	2.50	70	28.00	101
93	00:48:02.71	00:48:05.21	2.50	70	28.00	101
94	00:49:19.34	00:49:22.84	3.50	70	20.00	72
95	00:50:34.47	00:50:38.72	4.25	70	16.47	59
96	00:51:01.84	00:51:04.59	2.75	70	25.45	92
97	00:51:20.20	00:51:23.20	3.00	70	23.33	84
98	00:51:24.65	00:51:27.45	2.80	70	25.00	90
99	00:51:28.20	00:51:30.95	2.75	70	25.45	92
100	00:51:41.80	00:51:44.55	2.75	70	25.45	92
101	00:51:55.62	00:51:58.80	3.18	70	22.01	79
102	00:51:58.64	00:52:01.06	2.42	70	28.93	104
103	00:53:41.00	00:53:43.29	2.29	70	30.57	110
104	00:53:54.18	00:53:56.54	2.36	70	29.66	107
105	00:54:03.49	00:54:05.82	2.33	70	30.04	108
106	00:54:41.16	00:54:43.47	2.31	70	30.30	109
107	00:54:56.24	00:54:58.29	2.05	70	34.15	123
108	00:55:57.54	00:55:59.79	2.25	70	31.11	112
109	00:56:03.04	00:56:05.21	2.17	70	32.26	116
110	00:56:03.29	00:56:05.48	2.19	70	31.96	115
111	00:56:08.85	00:56:11.45	2.60	70	26.92	97
112	00:56:23.68	00:56:26.25	2.57	70	27.24	98
113	00:56:58.33	00:57:01.07	2.74	70	25.55	92
114	00:57:22.46	00:57:24.58	2.12	70	33.02	119
115	00:57:40.54	00:57:42.57	2.03	70	34.48	124
116	00:58:39.08	00:58:41.31	2.23	70	31.39	113
117	00:58:40.61	00:58:44.16	3.55	70	19.72	71
118	00:58:46.35	00:58:48.33	1.98	70	35.35	127
119	00:58:58.15	00:59:00.40	2.25	70	31.11	112
120	00:59:39.38	00:59:41.41	2.03	70	34.48	124


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 141: Datos de velocidad N°1 sentido Hacia Cusco

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA						
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"						
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	1
ESTACIÓN		V1	SENTIDO		HACIA CUSCO	
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)
1	00:00:02.60	00:00:06.00	3.40	70	20.59	74
2	00:00:39.10	00:00:42.30	3.20	70	21.88	79
3	00:01:19.90	00:01:23.20	3.30	70	21.21	76
4	00:01:23.60	00:01:27.40	3.80	70	18.42	66
5	00:01:37.70	00:01:40.80	3.10	70	22.58	81
6	00:02:00.90	00:02:03.80	2.90	70	24.14	87
7	00:02:37.40	00:02:41.00	3.60	70	19.44	70
8	00:02:41.60	00:02:44.70	3.10	70	22.58	81
9	00:02:55.00	00:02:58.60	3.60	70	19.44	70
10	00:02:58.00	00:03:01.20	3.20	70	21.88	79
11	00:03:01.60	00:03:05.40	3.80	70	18.42	66
12	00:04:05.90	00:04:09.00	3.10	70	22.58	81
13	00:04:25.80	00:04:28.60	2.80	70	25.00	90
14	00:04:32.90	00:04:35.80	2.90	70	24.14	87
15	00:04:33.70	00:04:36.90	3.20	70	21.87	79
16	00:04:37.50	00:04:41.80	4.30	70	16.28	59
17	00:04:39.40	00:04:43.40	4.00	70	17.50	63
18	00:04:41.80	00:04:45.60	3.80	70	18.42	66
19	00:04:43.60	00:04:47.40	3.80	70	18.42	66
20	00:04:44.50	00:04:48.50	4.00	70	17.50	63
21	00:04:45.40	00:04:49.70	4.30	70	16.28	59
22	00:04:46.60	00:04:51.40	4.80	70	14.58	52
23	00:04:58.70	00:05:01.90	3.20	70	21.88	79
24	00:06:08.70	00:06:11.50	2.80	70	25.00	90
25	00:06:29.40	00:06:32.60	3.20	70	21.88	79
26	00:06:29.60	00:06:33.00	3.40	70	20.59	74
27	00:07:22.00	00:07:25.00	3.00	70	23.33	84
28	00:07:49.50	00:07:54.00	4.50	70	15.56	56
29	00:09:11.90	00:09:16.00	4.10	70	17.07	61
30	00:09:31.30	00:09:34.50	3.20	70	21.88	79
31	00:10:12.30	00:10:15.60	3.30	70	21.21	76
32	00:10:13.90	00:10:17.20	3.30	70	21.21	76
33	00:10:34.40	00:10:37.10	2.70	70	25.93	93
34	00:11:03.00	00:11:06.00	3.00	70	23.33	84
35	00:11:09.90	00:11:13.10	3.20	70	21.87	79
36	00:11:23.10	00:11:26.60	3.50	70	20.00	72
37	00:11:24.90	00:11:27.70	2.80	70	25.00	90
38	00:12:12.90	00:12:16.20	3.30	70	21.21	76
39	00:12:16.10	00:12:19.30	3.20	70	21.87	79
40	00:12:45.20	00:12:48.90	3.70	70	18.92	68
41	00:13:30.60	00:13:35.80	5.20	70	13.46	48
42	00:16:44.70	00:16:47.90	3.20	70	21.88	79
43	00:16:53.40	00:16:56.60	3.20	70	21.88	79
44	00:17:00.80	00:17:03.50	2.70	70	25.93	93


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 142: Datos de velocidad N°2 sentido Hacia Cusco

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA						
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"								
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	2		
ESTACIÓN		V1		SENTIDO		HACIA CUSCO		
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)		
45	00:17:10.90	00:17:13.80	2.90	70	24.14	87		
46	00:17:58.70	00:18:01.70	3.00	70	23.33	84		
47	00:18:00.40	00:18:03.40	3.00	70	23.33	84		
48	00:18:24.20	00:18:28.40	4.20	70	16.67	60		
49	00:19:05.10	00:19:09.00	3.90	70	17.95	65		
50	00:19:13.40	00:19:16.50	3.10	70	22.58	81		
51	00:19:17.90	00:19:21.20	3.30	70	21.21	76		
52	00:20:09.40	00:20:12.40	3.00	70	23.33	84		
53	00:20:36.10	00:20:38.60	2.50	70	28.00	101		
54	00:21:10.10	00:21:13.40	3.30	70	21.21	76		
55	00:21:23.80	00:21:26.90	3.10	70	22.58	81		
56	00:22:01.10	00:22:05.30	4.20	70	16.67	60		
57	00:22:09.70	00:22:12.50	2.80	70	25.00	90		
58	00:22:51.10	00:22:54.00	2.90	70	24.14	87		
59	00:23:29.50	00:23:32.50	3.00	70	23.33	84		
60	00:23:43.90	00:23:47.00	3.10	70	22.58	81		
61	00:23:45.10	00:23:47.70	2.60	70	26.92	97		
62	00:24:00.10	00:24:02.80	2.70	70	25.93	93		
63	00:24:16.40	00:24:19.10	2.70	70	25.93	93		
64	00:24:23.30	00:24:25.90	2.60	70	26.92	97		
65	00:25:38.90	00:25:42.00	3.10	70	22.58	81		
66	00:26:05.60	00:26:09.10	3.50	70	20.00	72		
67	00:26:07.20	00:26:10.30	3.10	70	22.58	81		
68	00:26:08.20	00:26:11.00	2.80	70	25.00	90		
69	00:26:26.50	00:26:29.20	2.70	70	25.93	93		
70	00:27:17.50	00:27:20.90	3.40	70	20.59	74		
71	00:27:24.50	00:27:27.70	3.20	70	21.88	79		
72	00:27:43.90	00:27:47.10	3.20	70	21.87	79		
73	00:28:06.20	00:28:09.60	3.40	70	20.59	74		
74	00:29:38.90	00:29:42.10	3.20	70	21.88	79		
75	00:29:41.20	00:29:44.20	3.00	70	23.33	84		
76	00:29:49.80	00:29:52.60	2.80	70	25.00	90		
77	00:30:43.10	00:30:46.00	2.90	70	24.14	87		
78	00:31:25.80	00:31:29.30	3.50	70	20.00	72		
79	00:31:45.10	00:31:48.10	3.00	70	23.33	84		
80	00:32:33.10	00:32:36.30	3.20	70	21.88	79		
81	00:32:47.10	00:32:50.20	3.10	70	22.58	81		
82	00:33:35.50	00:33:38.90	3.40	70	20.59	74		
83	00:34:00.20	00:34:02.90	2.70	70	25.93	93		
84	00:34:01.10	00:34:04.00	2.90	70	24.14	87		
85	00:34:02.60	00:34:05.80	3.20	70	21.88	79		
86	00:34:21.50	00:34:24.80	3.30	70	21.21	76		
87	00:34:37.80	00:34:41.20	3.40	70	20.59	74		
88	00:34:54.80	00:34:57.60	2.80	70	25.00	90		


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 143: Datos de velocidad N°3 sentido Hacia Cusco

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA						
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"								
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	3		
ESTACIÓN		VI		SENTIDO		HACIA CUSCO		
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)		
89	00:35:48.30	00:35:51.60	3.30	70	21.21	76		
90	00:35:48.30	00:35:51.00	2.70	70	25.93	93		
91	00:35:49.90	00:35:52.60	2.70	70	25.93	93		
92	00:35:54.10	00:35:57.20	3.10	70	22.58	81		
93	00:35:55.20	00:35:58.00	2.80	70	25.00	90		
94	00:36:04.00	00:36:07.00	3.00	70	23.33	84		
95	00:36:57.70	00:37:00.60	2.90	70	24.14	87		
96	00:36:59.60	00:37:02.80	3.20	70	21.88	79		
97	00:38:28.20	00:38:34.10	5.90	70	11.86	43		
98	00:40:00.60	00:40:03.40	2.80	70	25.00	90		
99	00:40:05.00	00:40:08.10	3.10	70	22.58	81		
100	00:41:38.40	00:41:42.20	3.80	70	18.42	66		
101	00:41:39.50	00:41:43.41	3.91	70	17.90	64		
102	00:41:41.00	00:41:44.20	3.20	70	21.87	79		
103	00:42:37.90	00:42:40.75	2.85	70	24.56	88		
104	00:43:15.30	00:43:17.85	2.55	70	27.45	99		
105	00:43:30.10	00:43:33.65	3.55	70	19.72	71		
106	00:44:02.80	00:44:05.74	2.94	70	23.81	86		
107	00:44:09.10	00:44:11.85	2.75	70	25.45	92		
108	00:44:50.90	00:44:53.68	2.78	70	25.18	91		
109	00:45:21.40	00:45:24.60	3.20	70	21.88	79		
110	00:45:44.90	00:45:47.53	2.63	70	26.62	96		
111	00:45:46.40	00:45:49.00	2.60	70	26.92	97		
112	00:45:50.70	00:45:53.26	2.56	70	27.34	98		
113	00:45:52.80	00:45:55.50	2.70	70	25.93	93		
114	00:45:54.30	00:45:56.86	2.56	70	27.34	98		
115	00:46:41.50	00:46:43.96	2.46	70	28.46	102		
116	00:47:34.70	00:47:37.55	2.85	70	24.56	88		
117	00:47:47.70	00:47:50.85	3.15	70	22.22	80		
118	00:47:50.30	00:47:52.76	2.46	70	28.46	102		
119	00:47:59.80	00:48:02.32	2.52	70	27.78	100		
120	00:49:22.10	00:49:25.06	2.96	70	23.65	85		
121	00:50:59.40	00:51:01.87	2.47	70	28.34	102		
122	00:51:38.70	00:51:41.74	3.04	70	23.03	83		
123	00:51:40.50	00:51:42.60	2.10	70	33.33	120		
124	00:51:58.00	00:52:01.19	3.19	70	21.94	79		
125	00:51:59.20	00:52:02.61	3.41	70	20.53	74		
126	00:52:20.00	00:52:22.63	2.63	70	26.62	96		
127	00:52:49.20	00:52:51.43	2.23	70	31.39	113		
128	00:52:51.20	00:52:53.41	2.21	70	31.67	114		
129	00:53:16.50	00:53:18.83	2.33	70	30.04	108		
130	00:54:10.00	00:54:12.23	2.23	70	31.39	113		
131	00:54:17.20	00:54:19.70	2.50	70	28.00	101		
132	00:54:37.90	00:54:40.64	2.74	70	25.55	92		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 144: Datos de velocidad N° 4 sentido Hacia Cusco

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA					
"ESTUDIO DE IMPACTO VIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHINCHERO EN LA CARRETERA CHINCHERO - URUBAMBA DE ACUERDO CON LA METODOLOGÍA HCM 2010"						
FORMATO DE VELOCIDAD					N°	4
ESTACIÓN		V1		SENTIDO		HACIA CUSCO
N°	Cruza Línea 1	Cruza Línea 2	Tiempo (s)	Distancia (m)	Velocidad (m/s)	Velocidad (Km/hr)
133	00:54:48.40	00:54:50.85	2.45	70	28.57	103
134	00:56:41.30	00:56:43.85	2.55	70	27.45	99
135	00:56:41.40	00:56:43.67	2.27	70	30.84	111
136	00:56:43.00	00:56:45.12	2.12	70	33.02	119
137	00:56:53.60	00:56:56.10	2.50	70	28.00	101
138	00:56:55.00	00:56:57.60	2.60	70	26.92	97
139	00:58:02.50	00:58:04.95	2.45	70	28.57	103
140	00:58:31.20	00:58:33.80	2.60	70	26.92	97

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Procedimiento de análisis de datos

3.6.1. Análisis de tránsito vehicular

3.6.1.1. Procesamiento

Es fundamental en la evaluación de niveles de servicio conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, su tasa de flujo crítica y su variación de los volúmenes de tránsito en función de la distribución por carriles, su distribución direccional, así como la composición.

Para poder estimar estos correctamente el primer paso fue realizar un cuadro resumen de los volúmenes vehiculares observados en la fase de toma de datos.

Estos cuadros resumen se presentan a continuación:



Tabla 145: Flujo vehicular observado-estación A1 sentido Urubamba-Cusco

Hora	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
6:00	22	45	34	29	27	34	51
6:15	24	41	38	32	31	30	45
6:30	16	37	24	21	20	27	40
6:45	21	28	29	25	24	21	31
7:00	19	29	43	41	30	33	49
7:15	23	38	39	32	24	43	53
7:30	28	48	36	46	35	53	35
7:45	25	42	28	50	38	48	44
8:00	40	42	32	41	37	38	33
8:15	37	48	25	37	33	42	43
8:30	33	31	36	34	29	28	52
8:45	25	39	39	26	24	33	47
9:00	29	35	28	28	33	36	37
9:15	24	28	36	36	29	28	30
9:30	34	40	44	44	26	40	43
9:45	37	45	39	40	21	44	47
10:00	32	32	23	33	35	29	28
10:15	28	36	19	30	32	33	34
10:30	26	23	25	27	27	22	44
10:45	21	30	28	21	21	27	39
11:00	20	22	28	32	27	24	39
11:15	25	28	23	25	21	32	45
11:30	30	36	22	36	31	40	28
11:45	27	32	17	39	34	36	35
12:00	44	57	35	48	43	44	60
12:15	50	51	41	54	49	38	54
12:30	30	46	26	34	32	35	47
12:45	41	36	32	43	39	29	37
13:00	36	41	39	36	28	45	45
13:15	39	37	42	39	32	41	40
13:30	25	34	27	26	20	36	35
13:45	32	27	35	32	25	29	30
14:00	22	32	52	43	38	30	57
14:15	27	39	47	34	31	37	62
14:30	34	49	43	51	45	46	39
14:45	30	45	33	55	49	40	50
15:00	56	41	39	51	43	36	24
15:15	50	46	30	47	38	39	31
15:30	45	30	44	42	34	26	38
15:45	37	37	48	33	27	33	34
16:00	64	46	31	36	47	55	40
16:15	51	36	40	47	42	44	31
16:30	72	52	50	57	38	62	44
16:45	80	56	45	51	30	68	48
17:00	85	62	55	71	58	69	47
17:15	77	70	44	64	53	77	60
17:30	68	44	61	57	47	49	74
17:45	54	55	68	44	38	62	66
18:00	79	43	81	50	42	49	61
18:15	99	54	73	40	33	61	66
18:30	123	67	65	57	46	76	42
18:45	112	60	52	63	52	67	55
19:00	77	40	45	47	35	62	53
19:15	84	36	51	52	40	56	47
19:30	55	32	31	32	26	51	41
19:45	70	27	40	41	32	41	33
Total	2494	2283	2180	2282	1921	2354	2463

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 146: Flujo vehicular observado-estación A1 sentido Cusco-Urubamba

Hora	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
6:00	45	46	40	47	42	43	34
6:15	40	39	37	43	37	38	31
6:30	36	36	33	38	33	34	26
6:45	28	29	26	30	26	27	21
7:00	39	38	34	43	31	41	38
7:15	51	47	40	55	39	51	47
7:30	62	60	52	68	49	64	60
7:45	55	55	46	62	44	56	54
8:00	56	56	57	45	56	50	53
8:15	63	61	65	49	62	55	59
8:30	39	39	42	32	41	35	37
8:45	50	48	51	39	49	44	47
9:00	65	38	47	46	40	42	49
9:15	51	30	37	38	32	33	39
9:30	71	42	53	52	43	48	54
9:45	79	48	59	58	50	53	60
10:00	47	37	34	37	34	43	48
10:15	52	41	38	43	37	48	51
10:30	34	26	25	27	24	31	33
10:45	43	33	30	33	30	38	42
11:00	38	29	36	25	26	31	32
11:15	49	37	43	32	31	38	40
11:30	60	45	56	40	40	48	51
11:45	55	41	50	38	36	43	46
12:00	50	43	38	39	35	46	59
12:15	44	38	34	34	31	41	53
12:30	40	35	29	30	28	37	47
12:45	31	27	24	24	22	30	37
13:00	55	37	38	47	44	44	64
13:15	48	33	33	42	39	40	56
13:30	44	29	30	37	35	35	50
13:45	35	24	23	30	27	28	40
14:00	24	23	23	27	26	29	44
14:15	30	30	29	34	33	38	56
14:30	37	36	36	43	41	45	70
14:45	33	33	31	39	36	41	63
15:00	37	37	32	41	40	42	52
15:15	41	40	36	46	44	46	59
15:30	26	26	24	28	28	30	38
15:45	33	32	29	37	35	38	46
16:00	25	39	34	28	30	36	48
16:15	21	31	27	23	23	26	38
16:30	30	44	37	32	34	39	52
16:45	34	48	41	35	37	44	58
17:00	35	37	30	38	42	52	50
17:15	40	41	34	42	47	58	55
17:30	25	27	21	27	28	36	34
17:45	32	33	28	34	36	45	45
18:00	18	25	25	21	29	29	35
18:15	22	34	30	26	37	36	44
18:30	28	43	37	32	45	45	56
18:45	24	38	33	29	41	41	49
19:00	28	37	42	31	40	33	49
19:15	24	33	37	28	37	30	43
19:30	22	30	34	25	33	27	38
19:45	17	24	27	20	25	21	31
Total	2241	2088	2037	2069	2040	2242	2611

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 147: Flujo vehicular observado-estación A2 sentido Urubamba-Cusco

Hora	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
6:00	19	24	19	22	17	19	21
6:15	22	22	20	25	19	17	18
6:30	13	21	14	16	13	16	17
6:45	16	17	16	19	16	13	12
7:00	15	22	30	22	21	19	32
7:15	19	28	27	18	16	23	35
7:30	24	33	25	24	23	29	23
7:45	21	30	19	27	25	27	29
8:00	31	34	32	45	35	35	24
8:15	28	36	27	40	31	38	30
8:30	26	23	38	36	28	26	38
8:45	19	29	41	30	21	32	34
9:00	19	27	16	21	24	17	26
9:15	16	21	21	25	22	14	22
9:30	21	28	25	31	20	19	29
9:45	27	31	23	29	14	22	31
10:00	26	21	20	27	31	27	19
10:15	21	23	15	25	28	30	24
10:30	20	14	22	23	26	18	29
10:45	16	18	24	18	21	24	27
11:00	22	26	21	36	32	27	45
11:15	29	33	20	27	25	33	49
11:30	36	41	17	40	34	38	31
11:45	32	37	14	43	37	35	41
12:00	30	44	36	30	29	19	32
12:15	37	40	40	32	31	17	29
12:30	22	36	27	21	21	16	26
12:45	28	30	33	27	25	14	20
13:00	29	32	38	35	31	29	38
13:15	33	29	41	37	34	27	35
13:30	21	25	27	25	22	23	32
13:45	25	21	34	30	28	19	26
14:00	21	21	29	41	27	27	30
14:15	25	27	27	32	21	33	34
14:30	33	32	25	46	29	41	21
14:45	27	29	18	49	31	37	27
15:00	59	32	32	47	43	19	23
15:15	51	35	26	42	39	21	29
15:30	45	23	36	37	34	14	34
15:45	37	27	40	30	28	16	32
16:00	68	36	30	29	46	22	44
16:15	53	29	39	37	41	17	35
16:30	74	41	48	46	37	25	47
16:45	83	45	44	42	29	27	52
17:00	102	60	54	75	70	33	40
17:15	90	66	43	68	64	36	51
17:30	80	42	61	62	57	25	62
17:45	62	54	68	48	46	31	55
18:00	47	33	42	46	45	43	38
18:15	59	43	38	37	35	54	42
18:30	75	53	34	50	52	68	27
18:45	65	48	27	58	56	61	34
19:00	55	29	35	22	29	42	36
19:15	62	25	41	24	33	38	32
19:30	39	23	25	17	21	34	30
19:45	48	18	33	21	27	26	23
Total	2123	1767	1717	1912	1740	1552	1802

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 148: Flujo vehicular observado-estación A2 sentido Cusco-Urubamba

Hora	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
6:00	39	43	35	49	36	36	33
6:15	32	39	31	43	32	29	31
6:30	29	36	28	40	28	27	28
6:45	22	28	23	31	22	21	23
7:00	27	27	31	38	28	30	15
7:15	35	35	38	48	35	37	20
7:30	44	42	47	61	43	48	26
7:45	38	38	44	53	40	42	21
8:00	39	37	44	53	33	38	35
8:15	43	46	49	59	39	42	42
8:30	27	26	31	37	25	26	25
8:45	36	33	40	47	30	34	32
9:00	43	35	34	45	44	40	26
9:15	34	27	27	36	36	32	21
9:30	47	40	37	50	51	45	30
9:45	54	44	44	58	57	52	34
10:00	63	38	39	41	35	37	27
10:15	71	43	41	46	41	41	33
10:30	45	26	27	29	25	27	20
10:45	57	33	34	36	33	34	25
11:00	41	30	32	29	28	32	20
11:15	51	38	41	37	36	42	27
11:30	65	48	50	47	46	52	34
11:45	57	42	45	40	40	46	29
12:00	60	43	47	37	35	47	30
12:15	52	37	39	32	31	41	27
12:30	47	34	36	29	28	37	25
12:45	38	28	28	22	23	30	19
13:00	45	40	38	40	29	41	40
13:15	38	35	33	36	26	38	35
13:30	36	31	30	33	24	35	32
13:45	28	26	23	24	18	26	25
14:00	20	16	21	27	25	29	23
14:15	25	19	24	34	32	37	29
14:30	34	28	33	44	38	45	39
14:45	27	21	27	38	36	40	32
15:00	33	32	32	34	31	30	32
15:15	39	37	35	41	37	34	38
15:30	25	23	23	24	22	20	23
15:45	31	29	29	31	28	27	29
16:00	32	31	26	28	30	32	22
16:15	24	26	21	23	24	25	17
16:30	34	36	28	31	33	35	24
16:45	40	39	34	38	39	38	28
17:00	33	34	26	31	26	33	26
17:15	39	40	29	35	30	41	32
17:30	24	24	19	21	18	24	19
17:45	30	31	23	28	24	29	24
18:00	20	27	16	32	28	28	20
18:15	27	33	22	39	38	36	25
18:30	33	44	27	52	46	44	35
18:45	29	37	24	45	42	40	29
19:00	30	30	30	28	40	37	27
19:15	25	24	24	25	36	31	22
19:30	23	22	22	22	32	28	21
19:45	18	18	19	18	25	23	18
Total	2078	1849	1780	2075	1837	1971	1524

Fuente: Elaboración Propia

De este resumen se puede determinar rápidamente el periodo de análisis que posee el mayor volumen como se muestra a continuación:

Tabla 149: Cuadro resumen de la tasa de flujo crítica

Día	Sentido	Hora	Volumen	Estación
Domingo	Hacia Cusco	18:30	123	A1
Domingo	Hacia Urubamba	9:45	79	
Domingo	Hacia Cusco	17:00	102	A2
Domingo	Hacia Urubamba	10:15	71	

Fuente: Elaboración Propia

Como paso siguiente se determinó el volumen máximo horario que puede ocurrir en la carretera, ya que los datos anteriores fueron medidos directamente en campo en un periodo de 15 minutos, el volumen horario se determina multiplicando por 4 la tasa de flujo, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 150: Cuadro del volumen horario de máxima demanda

Sentido	Estación		Multiplicador	Estación	
	A1	A2		A1	A2
Hacia Cusco	123	102	4	492	408
Hacia Urubamba	79	71		316	284

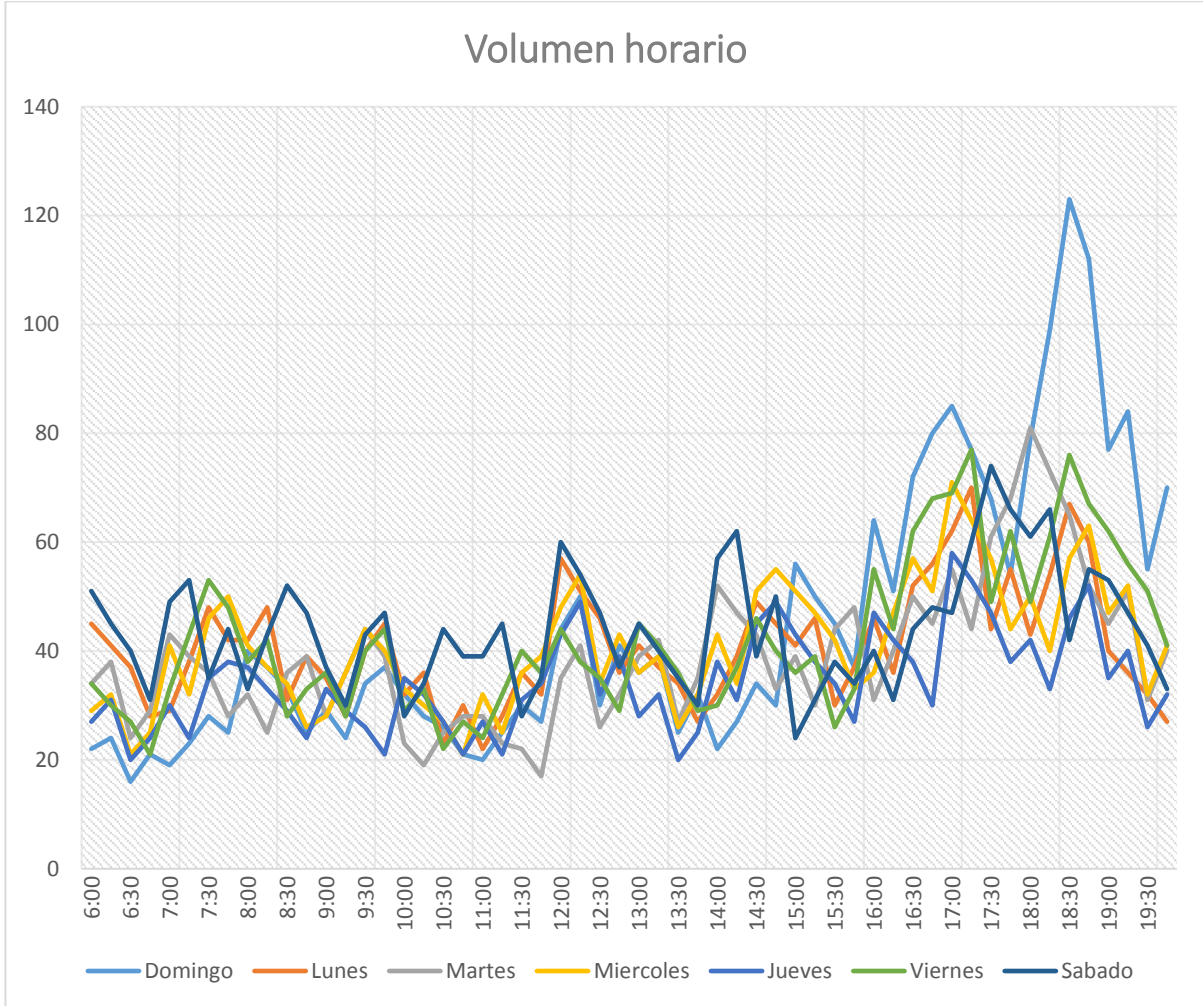
Fuente: Elaboración Propia

Obteniéndose así los volúmenes vehiculares horarios de máxima demanda a utilizarse en la metodología del HCM 2010.

3.6.1.2. Diagrama

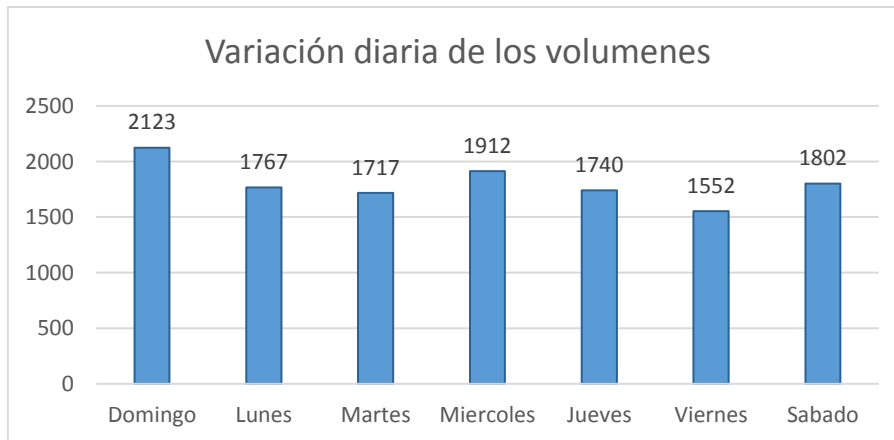
Se observan las variaciones diarias y los volúmenes horarios diarios

Figura 46: Variación horaria del volumen, estación A2- sentido Hacia Cusco



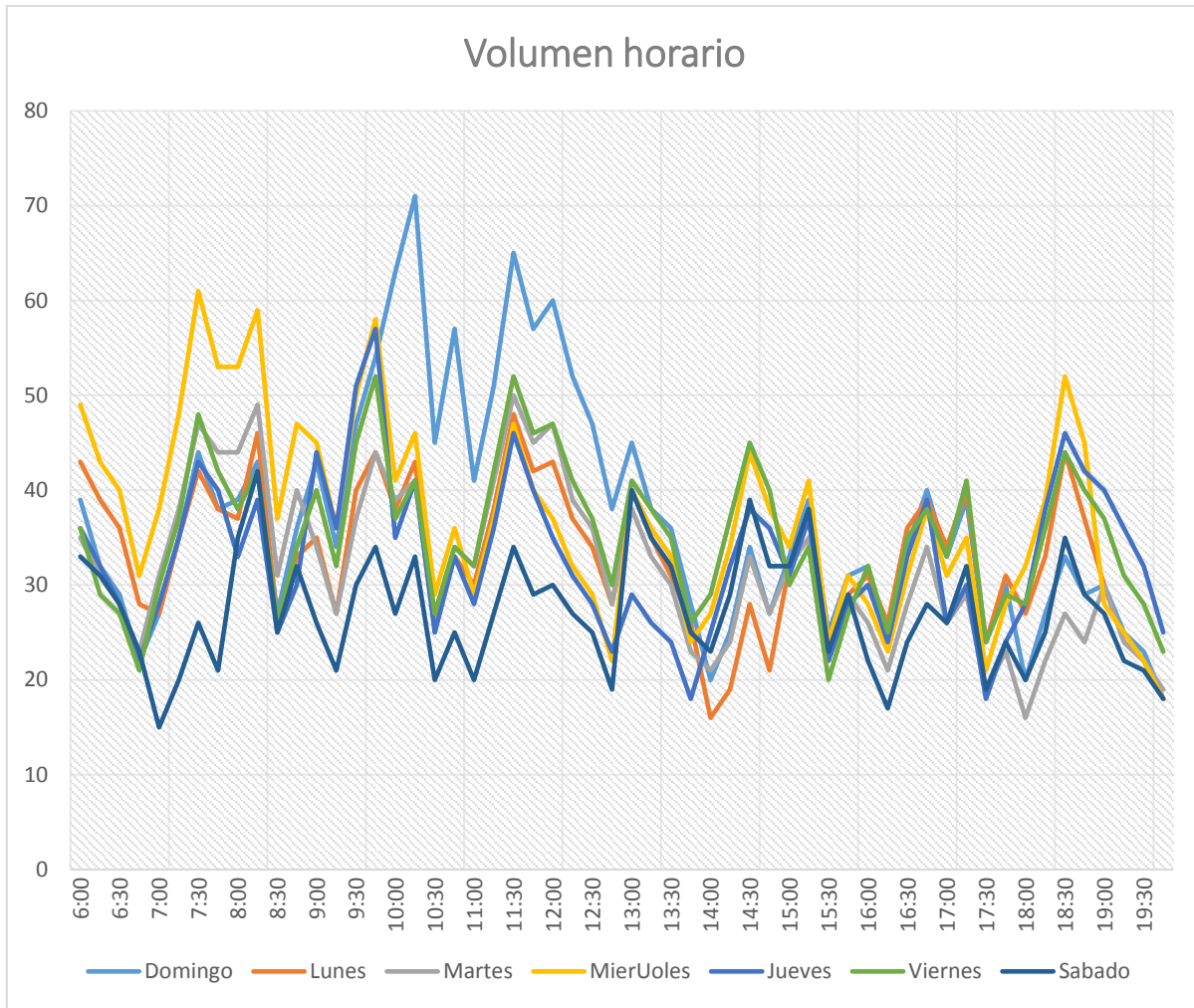
Fuente: Elaboración propia

Figura 47: Variación diaria del volumen estación A2-sentido Hacia Cusco



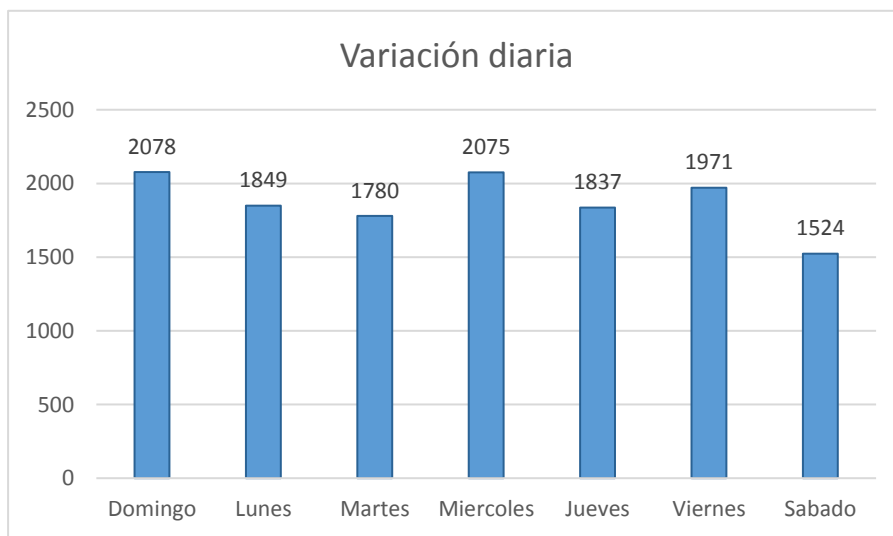
Fuente: Elaboración propia

Figura 48: Variación horaria del volumen-v. estación A2- sentido Hacia Urubamba



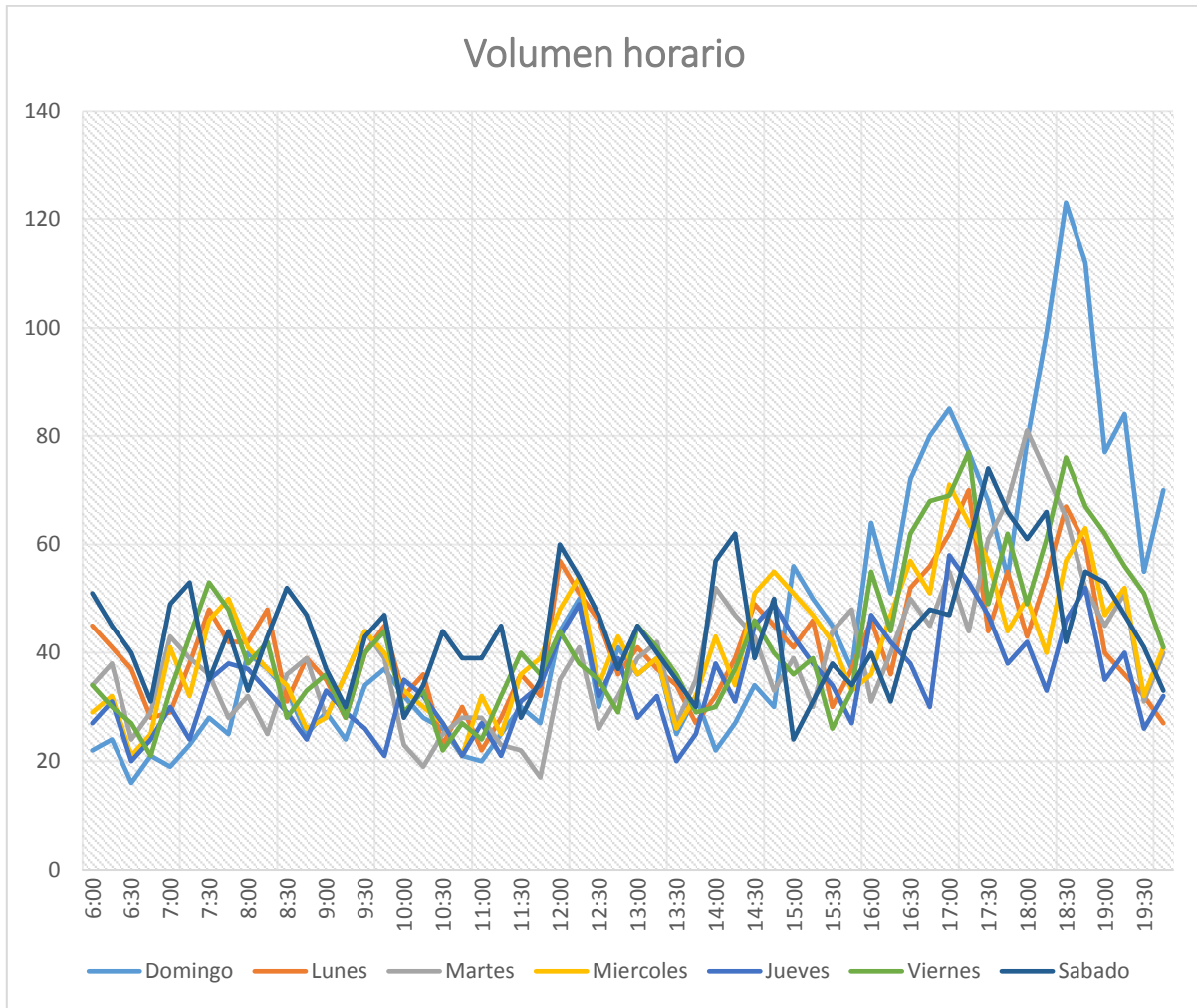
Fuente: Fuente: Elaboración propia

Figura 49: Variación diaria del volumen estación A2-sentido Hacia Urubamba



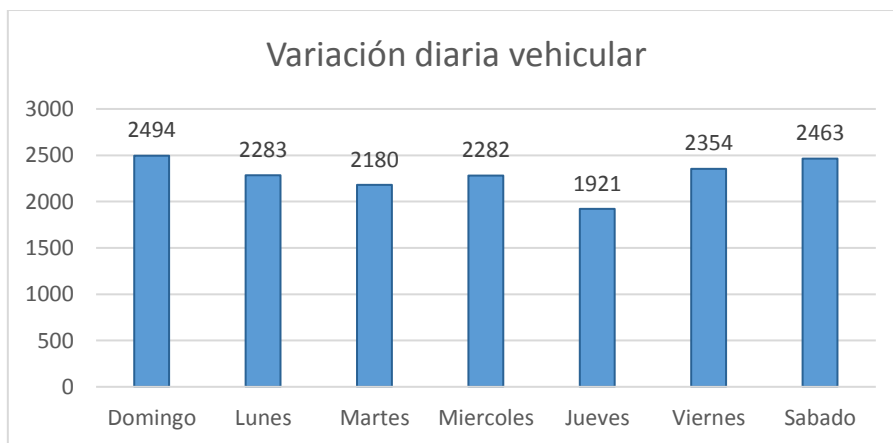
Fuente: Elaboración propia

Figura 50: Variación horaria del volumen-v. Estación A1- sentido Hacia Cusco



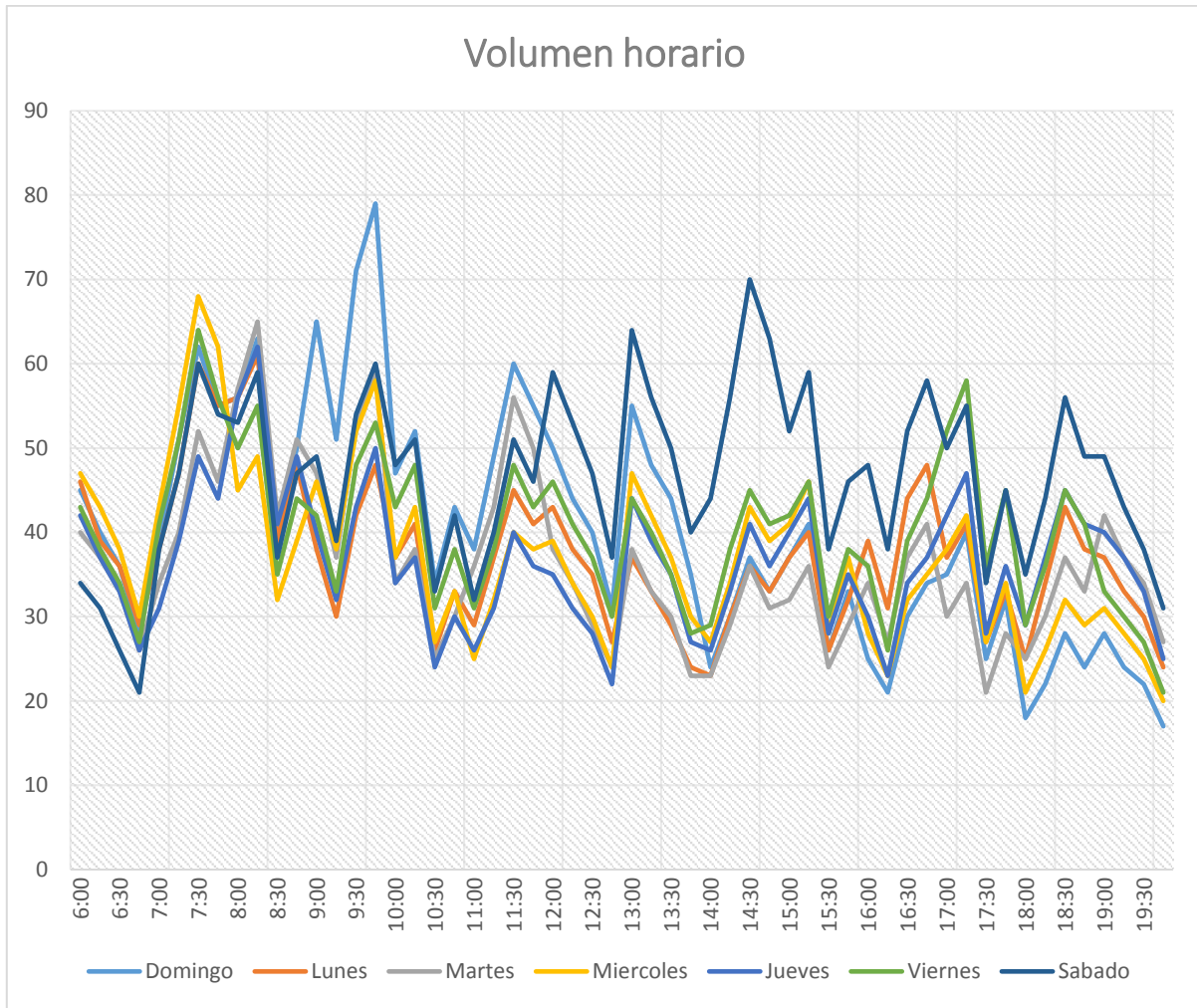
Fuente: Fuente: Elaboración propia

Figura 51: Variación diaria del volumen estación A1-sentido Hacia Cusco



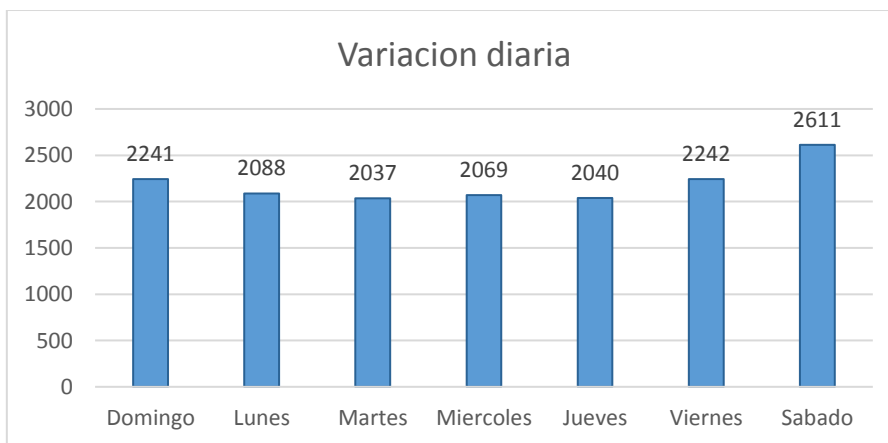
Fuente: Elaboración propia

Figura 52: Variación horaria del volumen-v. Estación A1- sentido Hacia Urubamba



Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Variación diaria del volumen estación A1-sentido Hacia Urubamba



Fuente: Elaboración propia



3.6.1.3. Análisis de la prueba

De los resultados obtenidos se puede corroborar el comportamiento dinámico de los volúmenes pero que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas por lo cual los volúmenes determinados en el análisis son representativos y válidos.

Debido a que la mayor cantidad de puntos de acceso se encuentran del Tramo I al Tramo V, se determinó que el volumen vehicular aforado de la estación A1 se utilizara para los Tramos I, II, III, IV, V y se utilizaron los siguientes datos:

Hacia Cusco: 492 Veh/h

Hacia Urubamba: 316 veh/h

División direccional: 61/39

Los datos obtenidos en la estación A2 se utilizaron para los tramos VI VII VIII IX X los cuales fueron:

Hacia Cusco: 408 veh/h

Hacia Urubamba: 284 veh/h

División direccional: 59/41

3.6.2. Composición vehicular

3.6.2.1. Procesamiento

Se agrupo la composición vehicular en tres grupos en vehículos ligeros, pesados y recreacionales.

Como primer paso se generó una tabla resumen de la composición de vehículos ligeros en el periodo de análisis crítico:

Tabla 151: Composición de vehículos ligeros

Estación	Día	Sentido	Hora	Vehículo ligero			Sub total
				Auto	Pick Up	Combi	
A1	Domingo	Hacia Cusco	18:30	51	8	38	97
	Domingo	Hacia Urubamba	9:45	42	5	23	70
A2	Domingo	Hacia Cusco	17:00	40	4	33	77
	Domingo	Hacia Urubamba	10:15	32	7	23	62

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo la composición de vehículos pesados en el periodo de análisis crítico:

Tabla 152: Composición de vehículos pesados

Estación	Día	Sentido	Vehículo Pesado					Subtotal
			Micro	BUS	Camión	Semi Tráiler	Tráiler	
A1	Domingo	Hacia Cusco	22	3	0	1	0	26
	Domingo	Hacia Urubamba	5	1	0	3	0	9
A2	Domingo	Hacia Cusco	16	3	5	1	0	25
	Domingo	Hacia Urubamba	6	0	2	1	0	9

Fuente: Elaboración Propia

La composición vehicular fue determinada con la siguiente ecuación:

$$\% Vehiculos Ligeros = \frac{\sum Vehiculos Ligeros}{\sum Vehiculos Ligeros + \sum Veh iculos pesados}$$

$$\% Vehiculos Pesados = \frac{\sum Vehiculos Pesados}{\sum Vehiculos Ligeros + \sum Veh iculos pesados}$$

En la siguiente tabla se muestra el resumen del porcentaje de aporte según el tipo de vehículo

Tabla 153: Porcentaje de participación en la composición vehicular

Estación	Día	Sentido	Vehículo ligero	% V.L.	Vehículo Pesado	% V.P.	Total	% T
A1	Domingo	Hacia Cusco	97.00	79%	26	21%	123	100%
	Domingo	Hacia Urubamba	70.00	89%	9	11%	79	100%
A2	Domingo	Hacia Cusco	77.00	75%	25	25%	102	100%
	Domingo	Hacia Urubamba	62.00	87%	9	13%	71	100%

Fuente: Elaboración Propia

Para tener una composición vehicular constante en ambas direcciones se dividió por estación, la composición vehicular

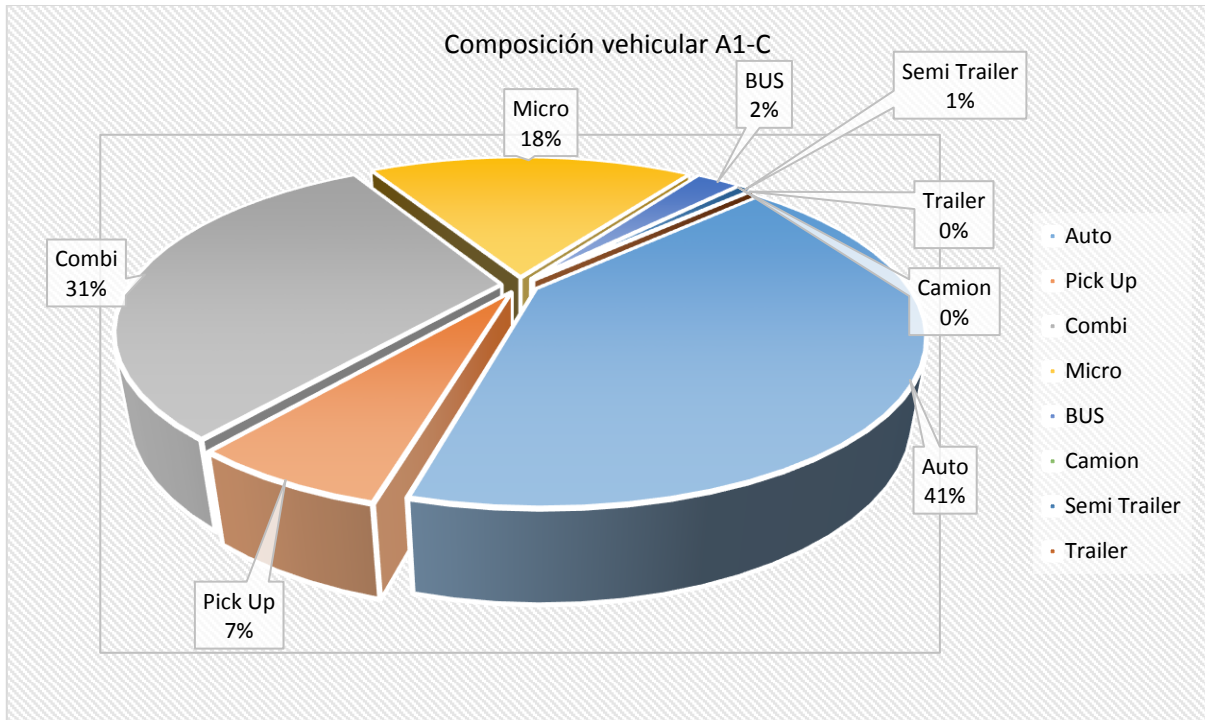
Tabla 154: Porcentaje de participación en la composición vehicular por estación

Estación	Día	Sentido	Vehículo ligero	% V.L.	Vehículo Pesado	% V.P.	Total	% T
A1	Domingo	Ambos	167.00	83%	35	17%	202	100%
A2	Domingo	Ambos	139.00	80%	34	20%	173	100%

Fuente: Elaboración Propia

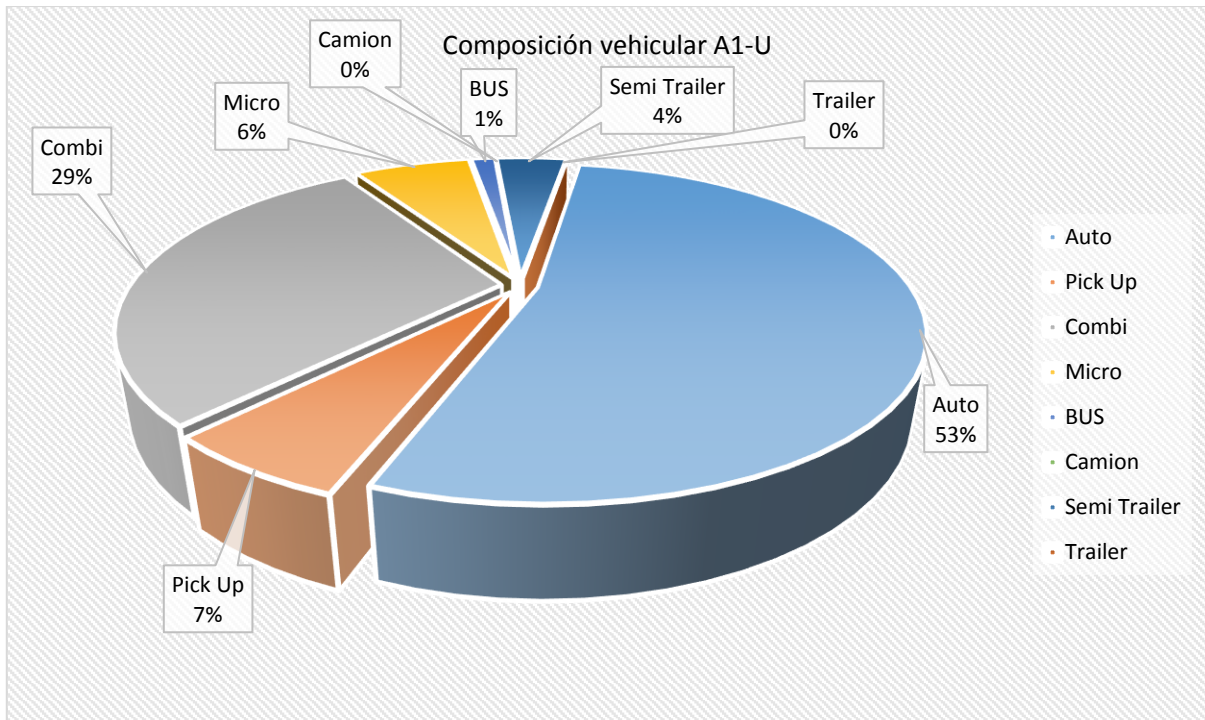
3.6.2.2. Diagrama:

Figura 54: Composición vehicular estación A1 hacia Cusco



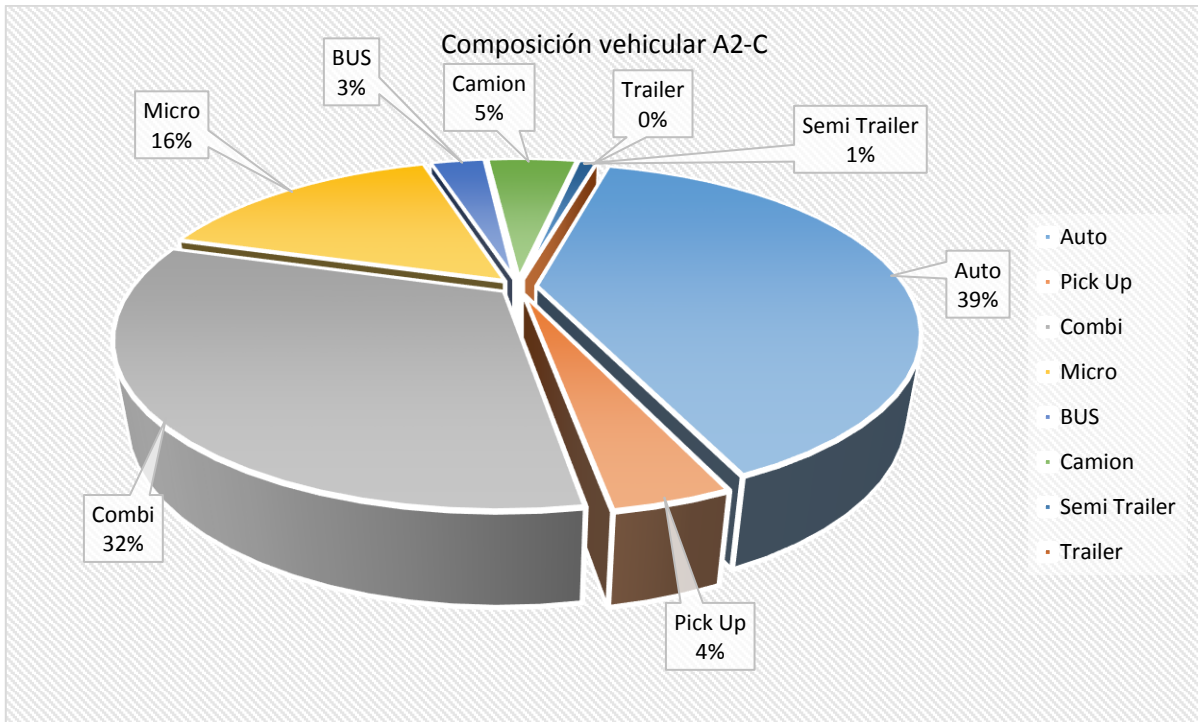
Fuente: Elaboración Propia

Figura 55: Composición vehicular estación A1 hacia Urubamba



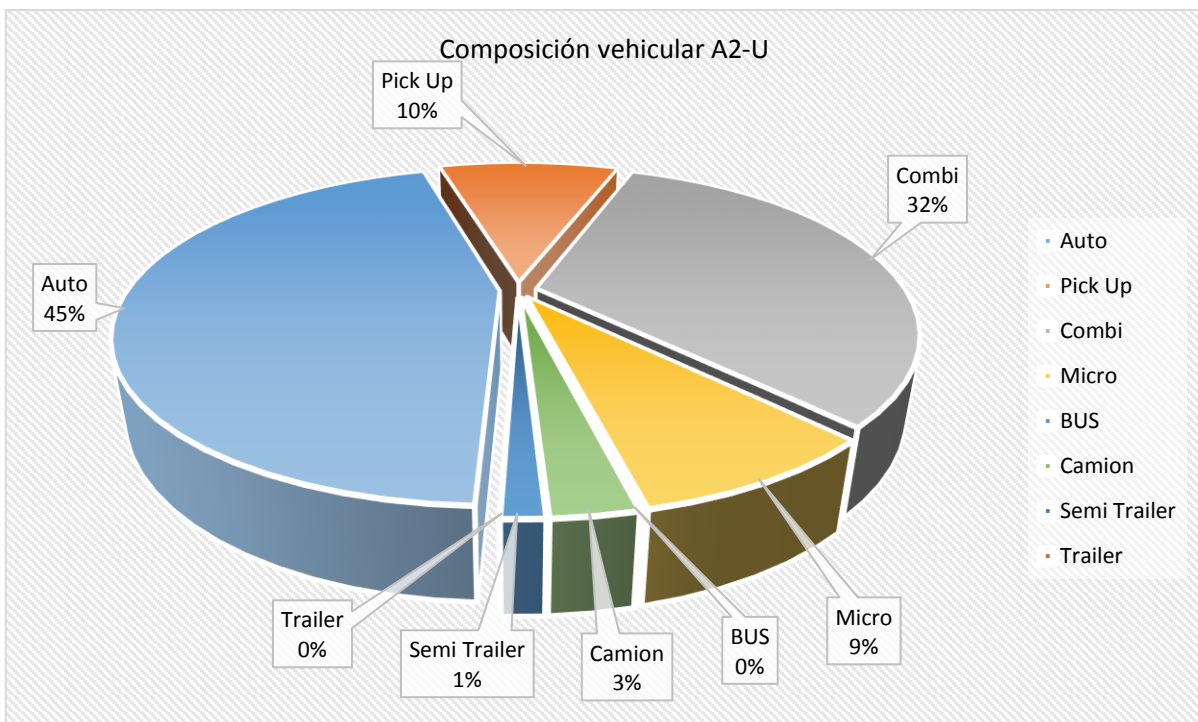
Fuente: Elaboración Propia

Figura 56: Composición vehicular estación A2 hacia Cusco



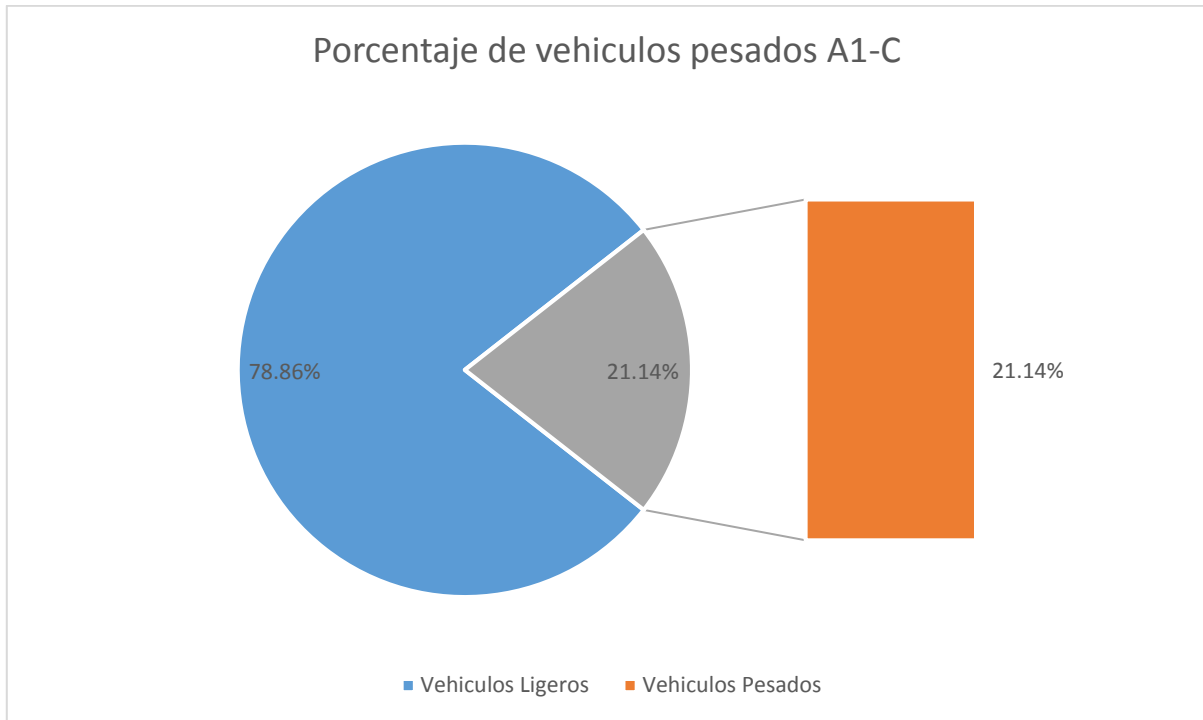
Fuente: Elaboración Propia

Figura 57: Composición vehicular estación A2 hacia Urubamba



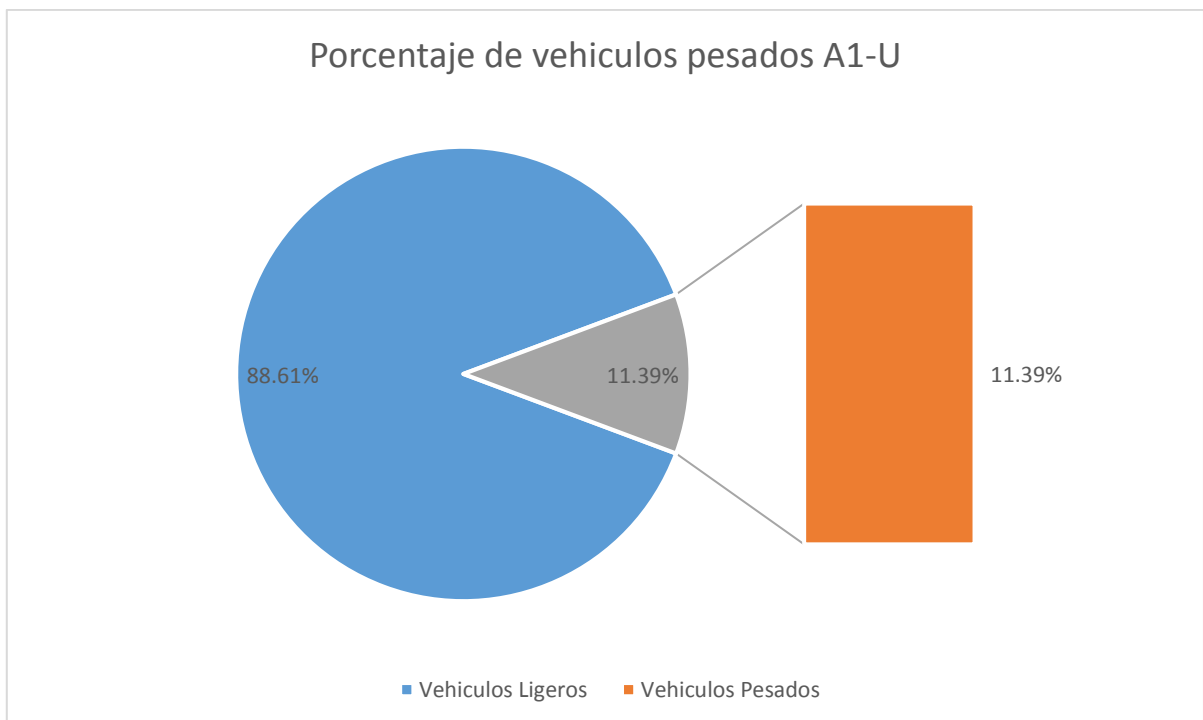
Fuente: Elaboración Propia

Figura 58: Porcentaje de vehículos pesados estación A1 hacia Cusco



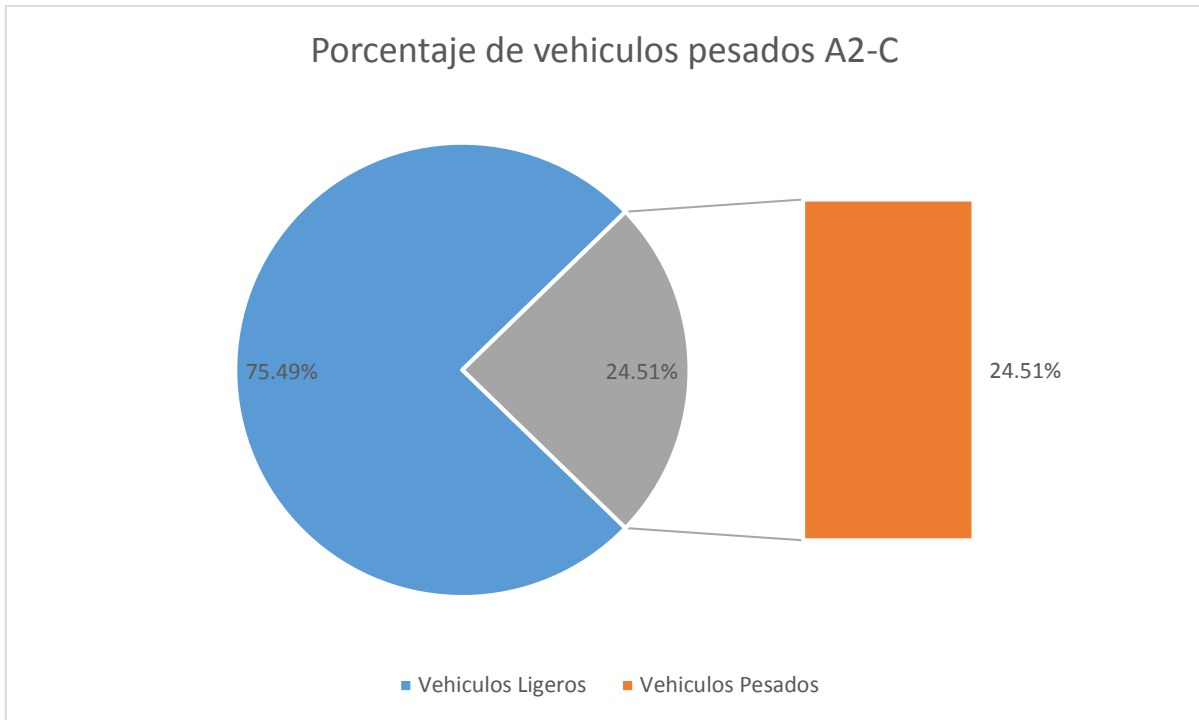
Fuente: Elaboración Propia

Figura 59: Porcentaje de vehículos pesados estación a1 hacia Urubamba



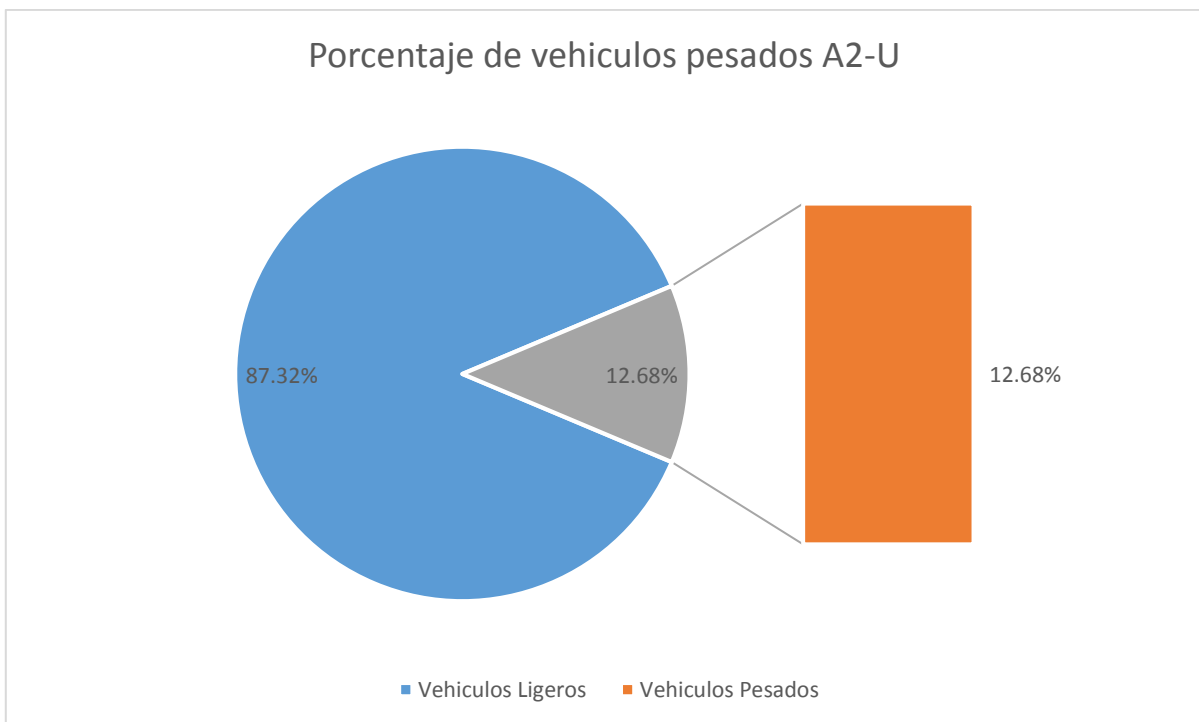
Fuente: Elaboración Propia

Figura 60: Porcentaje de vehículos pesados estación A2 hacia cusco



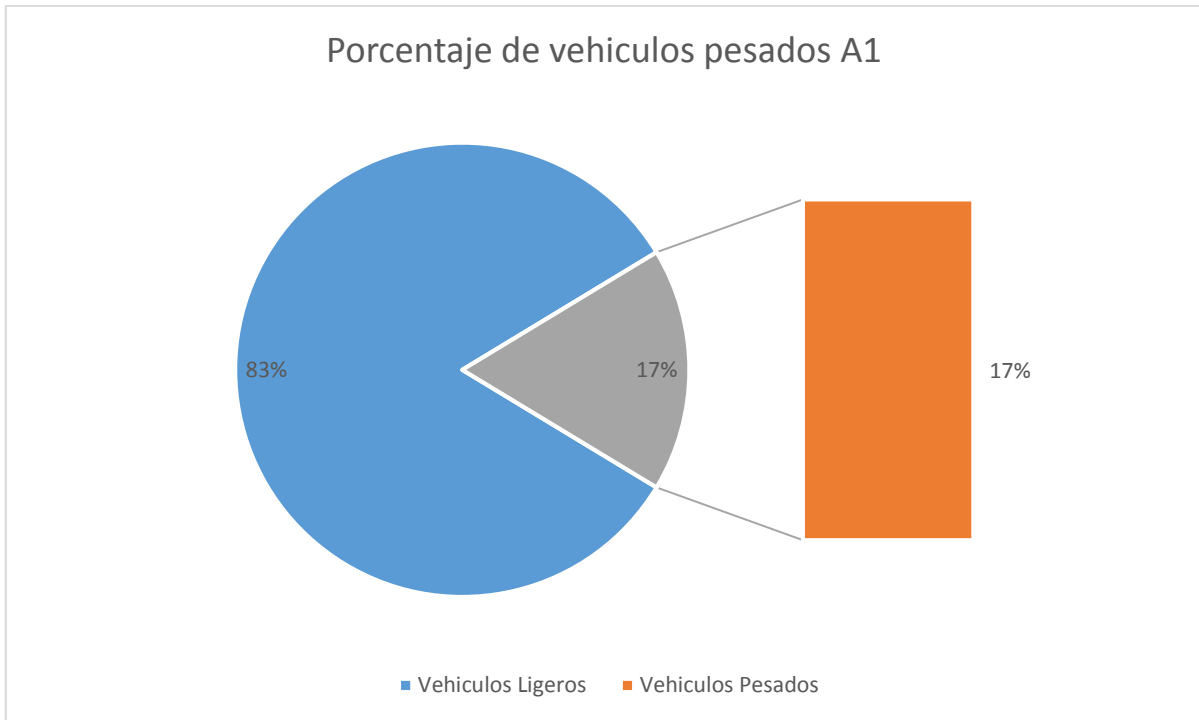
Fuente: Elaboración Propia

Figura 61: Porcentaje de vehículos pesados estación A2 hacia Urubamba



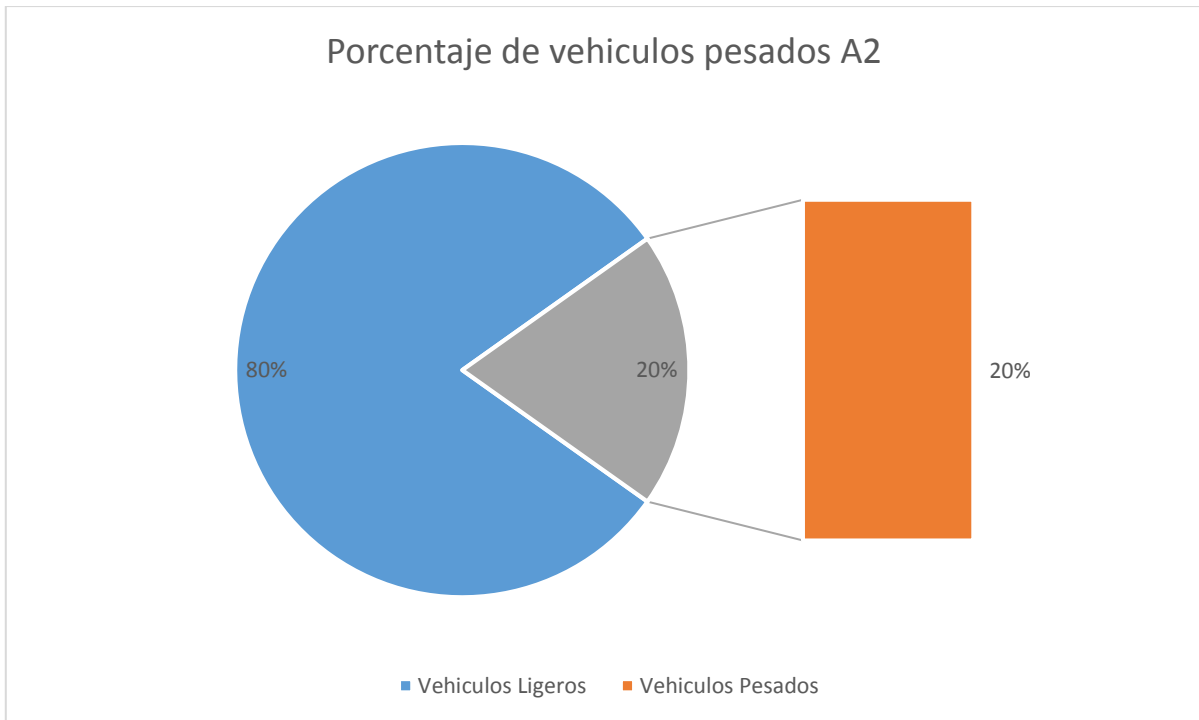
Fuente: Elaboración Propia

Figura 62: Porcentaje de vehículos pesados estación A1



Fuente: Elaboración Propia

Figura 63: Porcentaje de vehículos pesados estación A2



Fuente: Elaboración Propia



3.6.2.3. Análisis de la prueba

Debido a que los vehículos varían dentro de una amplia gama de formas tamaños y pesos, y es necesario establecer grupos de acuerdo a sus características representativas, para la presente investigación se determinaron tres grandes grupos vehículos ligeros y vehículos pesados, y vehículos recreacionales.

De acuerdo al análisis realizado se concluyó el porcentaje de cada grupo de acuerdo a la estación el cual fue determinado utilizando los volúmenes vehiculares de ambos sentidos de análisis, cabe resaltar que no se observaron vehículos recreacionales durante todo el periodo de análisis, los datos obtenidos fueron:

Estación A1 para los Tramos del I al V:

- Vehículos Ligeros: 83%
- Vehículos pesados: 17%
- Vehículos recreacionales: 0%

Estación A2 para los Tramos del VI al X:

- Vehículos Ligeros: 80%
- Vehículos pesados: 20%
- Vehículos recreacionales: 0%

3.6.3. Velocidad a flujo libre (FFS)

3.6.3.1. Procesamiento

El procedimiento está basado en un análisis de distribución de frecuencias.

3.6.3.1.1. Distribución de frecuencia o arreglo tabular de los datos

De acuerdo con (Cal & Mayor, 2007) el primer paso del análisis de los datos consistió en agruparlos en una tabla de frecuencias. Esto se llevó a cabo mediante la agrupación de valores de magnitud similar en intervalos de clase.

El número de intervalos de clase generalmente se tomó entre 5 y 20, dependiendo de la cantidad de datos, como guía se determinó de la siguiente tabla

Tabla 155: Numero de intervalos de clase por tamaño de muestra

Tamaño de muestra	Numero de Intervalos
n	m
50 - 100	7 a 8
100 - 1000	10 a 11
1000 - 10 000	14 a 15
10 000-100 0000	17 a 18
mayor a 100 000	$1+3.3 \text{ Log } 10 (n)$

Fuente: (Cal & Mayor, 2007)

El primer análisis se realizó a los datos obtenidos en el sentido Urubamba – Cusco, con un valor del tamaño de muestra de $n=140$ y, por lo tanto, un numero de 10 intervalos de clase.

Posteriormente se determinó el ancho del intervalo de clase con la siguiente ecuación.

$$\text{Ancho del intervalo de clase} = \frac{\text{Amplitud total}}{m} \quad \text{Ecuación 34}$$

Dónde: *Amplitud total* = Diferencia algebraica entre la medición más grande y la más pequeña

El valor máximo observado fue de 120 km/h y el valor mínimo fue de 43 km/h

Aplicando la **Ecuación 34** se obtuvo:

$$\text{Ancho del intervalo de clase} = \frac{77}{10} = 7.7 \cong 8$$

Con el fin de obtener un valor entero se utilizó un intervalo de clase de 8, con este dato se generó la tabla de frecuencias, cada columna fue determinada de la siguiente manera

Columna 1: Intervalos de clase

El intervalo de clase está definido por grupos de velocidad de incrementos de 8 km/h, elaborados de tal manera que el primer intervalo (39-47) quede incluido el menor valor (43) y en el último intervalo (119-127) quede incluido el mayor valor (120)

Columna 2: Punto medio (vi)

Es la velocidad media de cada grupo, que se obtiene sumando el límite inferior y superior de la clase dividiendo entre 2. Así por ejemplo el punto medio del intervalo (39-47) es:

$$\text{Punto medio} = \frac{39 + 47}{2} = 43 \text{ km/h}$$

Columna 3: Frecuencia Observada (fi)

Es el número de vehículos observados pertenecientes a cada grupo, así por ejemplo para el intervalo de (55 – 63) se observaron

59 km/h= 2 veces; 56 km/h=1 veces; 60 km/h=2 veces; 61 km/h=1 veces; 63 km/h= 2 veces

$$\sum_{i=1}^{m=10} f_i = n = 2 + 1 + 2 + 1 + 2 = 8$$

Columna 4: Frecuencia observada relativa

La frecuencia relativa de una clase, o grupo, es su frecuencia dividida entre el total de frecuencia de todas las clases o grupos expresada como por ciento. Por ejemplo, la frecuencia relativa del quinto grupo (71-79) fue:

$$\frac{f_i}{n} (100) = \frac{37}{140} (100) = 26.43\%$$

Donde la suma de todos los grupos evidentemente debe ser igual a 100%

Columna 5: Frecuencia acumulada

La frecuencia total de todos los valores menores que el límite real superior de clase de un intervalo de clase dado, se conoce como frecuencia acumulada absoluta (fia) hasta este intervalo de clase, incluido. Por ejemplo, la frecuencia acumulada absoluta hasta el quinto intervalo (71-79) incluido es:

$$f_{ia} = \sum_{i=1}^{m=5} f_i = 1 + 2 + 8 + 11 + 37 = 59$$

Lo que significa que 59 vehículos tienen velocidades menores a 59 Km/h.

La frecuencia acumulada relativa es la frecuencia acumulada absoluta dividida entre la frecuencia total

De esta manera, la frecuencia acumulada relativa de las velocidades menores que 59 km/h es:

$$\frac{f_{ia}}{n} (100) = \frac{59}{140} (100) = 42.14\%$$

Lo cual quiere decir que el 42.14% de los vehículos tienen velocidades menores de 59 km/h

Las siguientes columnas son utilizadas para cálculo de velocidad media de punto

Columna 6: Es el punto medio al cuadrado.

Columna 7: Es el punto medio por la frecuencia absoluta observada.

Columna 8: Es la frecuencia absoluta observada por el punto medio al cuadrado.

Tabla 156: Distribución de frecuencias sentido hacia Cusco

1		2		3		4		5		6		7		8	
Intervalo de clase Grupos de Velocidad		Punto medio		Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada				(COL2)2		(COL3 X COL2)		(COL3 X COL6)	
Km/h		vi (Km/h)		fi Abs	fi/n*100 (%) Rela	fia Abs.	fa/n*100 Relat.(%)	Vi2		fivi		fivv2			
39	47	43		1	0.71	1	0.71	1849		43		1849			
47	55	51		2	1.43	3	2.14	2601		102		5202			
55	63	59		8	5.71	11	7.86	3481		472		27848			
63	71	67		11	7.86	22	15.71	4489		737		49379			
71	79	75		37	26.43	59	42.14	5625		2775		208125			
79	87	83		31	22.14	90	64.29	6889		2573		213559			
87	95	91		23	16.43	113	80.71	8281		2093		190463			
95	103	99		20	14.29	133	95.00	9801		1980		196020			
103	111	107		2	1.43	135	96.43	11449		214		22898			
111	119	115		4	2.86	139	99.29	13225		460		52900			
119	127	123		1	0.71	140	100	15129		123		15129			
		Total		140	100					11572		983372			

Fuente: Elaboración propia

Para el sentido de Hacia Urubamba

Se tiene los siguientes datos:

En este caso tenemos un tamaño de muestra $n=120$, por lo tanto, se usó 10 intervalos de clase.

El valor máximo observado fue de 127 km/h y el valor mínimo fue de 33 km/h

La amplitud total es de 94 km/h

Y el Ancho de intervalo de clase se tomó en base a 9.5 Km/H

De ese modo se generó la tabla:

Tabla 157: Distribución de frecuencias sentido hacia Urubamba

1		2		3		4		5		6		7		8	
Intervalo de clase Grupos de Velocidad		Punto medio		Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada				(COL2)2		(COL3 X COL2)		(COL3 X COL6)	
				fi Abs	fi/n*100 (%) Rela	fia Abs.	fa/n*100 Relat.(%)	Vi2	fivi	fivv2					
Km/h		vi (Km/h)													
28.25	37.75	33	1	0.83	1	0.83	1089	33	1089						
37.75	47.25	43	2	1.67	3	2.50	1806	85	3613						
47.25	56.75	52	3	2.50	6	5.00	2704	156	8112						
56.75	66.25	62	5	4.17	11	9.17	3782	308	18911						
66.25	75.75	71	9	7.50	20	16.67	5041	639	45369						
75.75	85.25	81	17	14.17	37	30.83	6480	1369	110164						
85.25	94.75	90	26	21.67	63	52.50	8100	2340	210600						
94.75	104.25	100	26	21.67	89	74.17	9900	2587	257407						
104.25	113.75	109	18	15.00	107	89.17	11881	1962	213858						
113.75	123.25	119	7	5.83	114	95.00	14042	830	98296						
123.25	132.75	128	6	5.00	120	100	16384	768	98304						
		Total	120	100							11075.5	1065722.3			

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3.1.2. Valores representativos

Velocidad a flujo libre (FFS):

Los parámetros más significativos que describen adecuadamente las características de la distribución de velocidades de un flujo vehicular se obtienen mediante:

$$FFS = \frac{\sum_{i=1}^m (f_i v_i)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} (\text{Columna 7})}{140} = \frac{11572}{140} \cong 82.66 \text{ km/h} \quad \text{Hacia Cusco}$$

$$FFS = \frac{\sum_{i=1}^m (f_i v_i)}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{10} (\text{Columna 7})}{120} = \frac{11572}{140} \cong 92.30 \text{ km/h} \quad \text{Hacia Urubamba}$$

Desviación estándar (S)

Debido a que no todos los vehículos viajan a la misma velocidad, existe una dispersión de sus velocidades alrededor de la media. Una medida estadística de esta dispersión es la desviación estándar S, la cual por definición se expresa como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m [f_i (v_i - v_t)^2]}{n - 1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (f_i v_i^2) - \frac{[\sum_{i=1}^m (f_i v_i)]^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Columna 8}) - \frac{[\sum (\text{Columna 7})]^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (983\,372) - \frac{[\sum (11\,572)]^2}{140}}{140 - 1}} = 13.90 \text{ km/h} \quad \text{Hacia Cusco}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (1\,065\,722) - \frac{[\sum (11\,075.5)]^2}{120}}{120 - 1}} = 19.12 \text{ km/h} \quad \text{Hacia Urubamba}$$

Error estándar de la media (E)

Las medias de diferentes muestras de velocidades, tomadas de la misma población se distribuyen normalmente alrededor de la media verdadera de la población con una desviación estándar denominada error estándar. Este parámetro estadístico indica la confianza con la cual

puede suponerse que la media de la muestra corresponda a la media verdadera de la población, o de todo el tránsito que pasa por el punto durante el periodo de estudio. Su valor se determina mediante la siguiente expresión:

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{13.90}{\sqrt{140}} = 1.18 \text{ km/h} \quad \text{Hacia Cusco}$$

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{19.12}{\sqrt{120}} = 1.75 \text{ km/h} \quad \text{Hacia Urubamba}$$

Entonces se puede plantear que, determinando el nivel de confiabilidad, la velocidad media verdadera de todo el tránsito está dentro del intervalo definido por

$$v_t \pm KE$$

Donde K es la constante de confiabilidad obtenida de la siguiente tabla:

Tabla 158: Constante correspondiente al nivel de confiabilidad

Constante K	Nivel de confiabilidad
1.00	68.3
1.50	89.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Fuente: (Cal & Mayor, 2007)

Para una confiabilidad del 99% se tiene una constante K de 2.58 y un error de 1.75 km/h

$$82.65 - 3.04 > x < 82.65 + 3.04 \quad \text{Hacia Cusco}$$

$$92.30 - 4.52 > x < 92.30 + 4.52 \quad \text{Hacia Urubamba}$$

Percentil 15

El percentil 15 se refiere al límite inferior de la velocidad definido con la expresión:

$$Pr = L_{i-1} + \frac{\frac{rN}{100} - fia_{i-1}}{f_i} c_i$$



Donde primeramente se encuentra la frecuencia acumulada más próxima al percentil buscado donde N es el tamaño de la muestra.

$$\frac{rN}{100} = \frac{15 * 140}{100} = 21$$

Se selecciona este valor en la frecuencia acumulada en caso de no tenerlo se utilizará el siguiente valor, en este caso $f_{ia}=22$

Este valor está en el intervalo de clase de 63 y 71, siendo $Li-1=63$, y el intervalo de clase $ci=8$

$$P_{15} = 63 + \frac{21 - 11}{11} * 8 = 70.27 \text{ km/h}$$

Hacia Cusco

Para el sentido el percentil 15 sería:

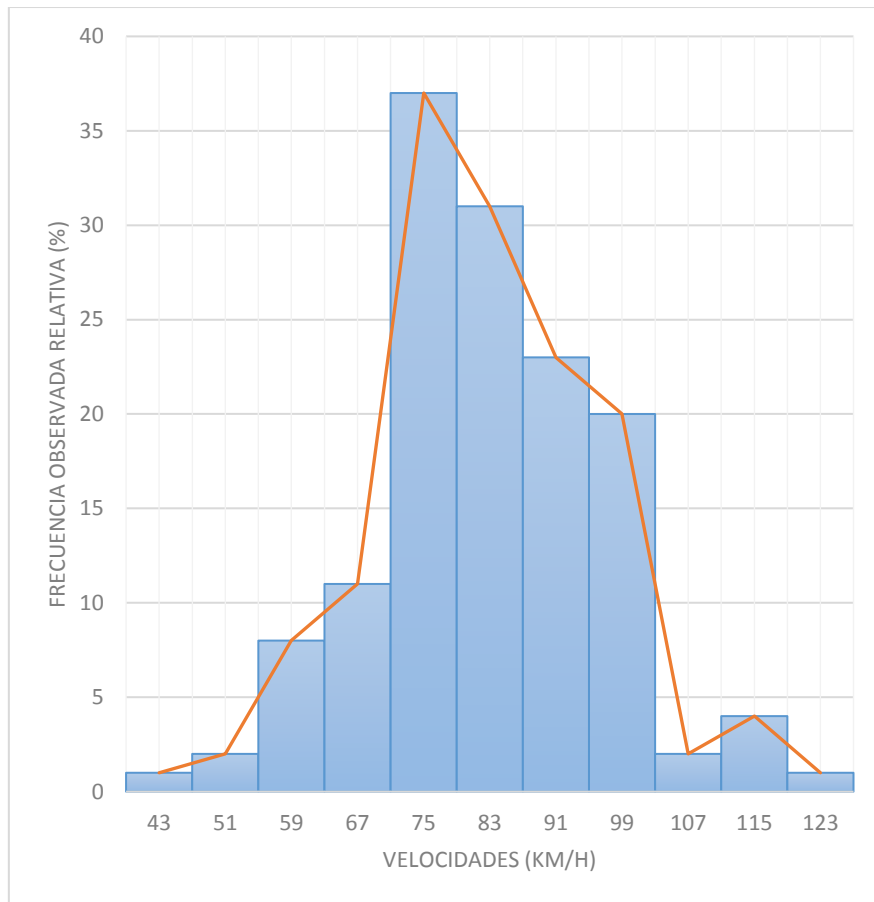
$$\frac{rN}{100} = \frac{15 * 120}{100} = 18$$

$$P_{15} = 66.25 + \frac{18 - 11}{9} * 9.5 = 73.64 \text{ km/h}$$

Hacia Urubamba

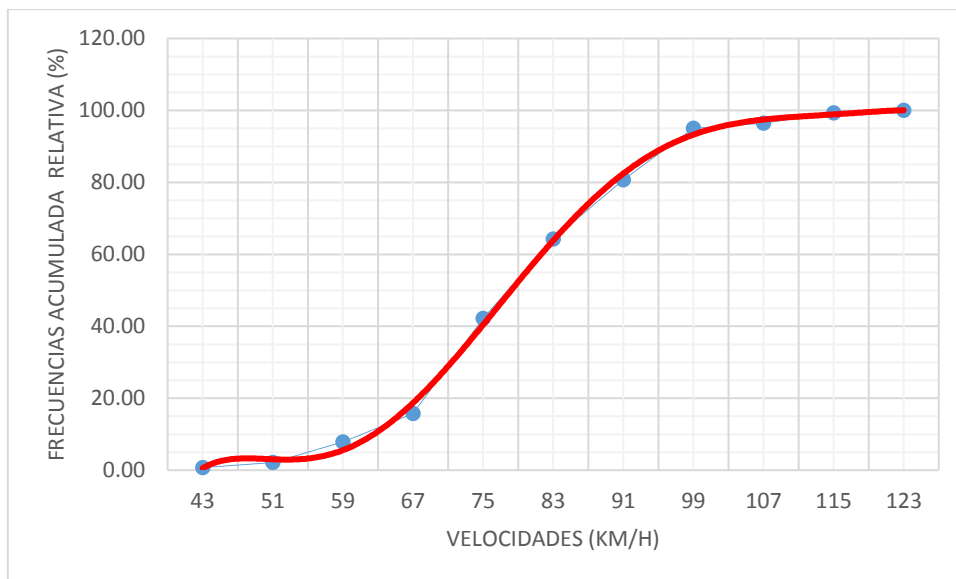
3.6.3.2. Diagrama

Figura 64: Polígono de frecuencias de velocidad sentido Hacia Cusco



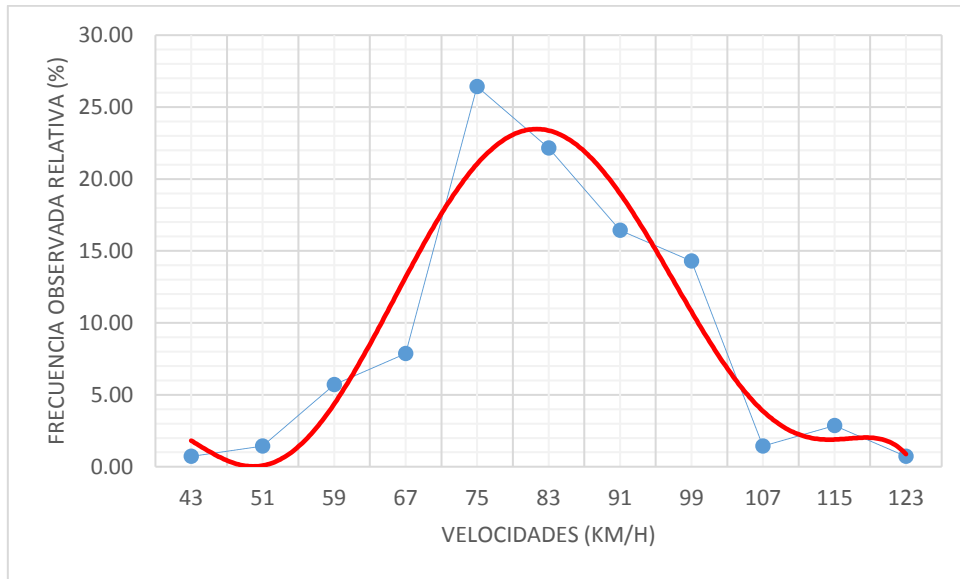
Fuente: Elaboración Propia

Figura 65: Curva de frecuencias acumuladas de velocidad Hacia Cusco



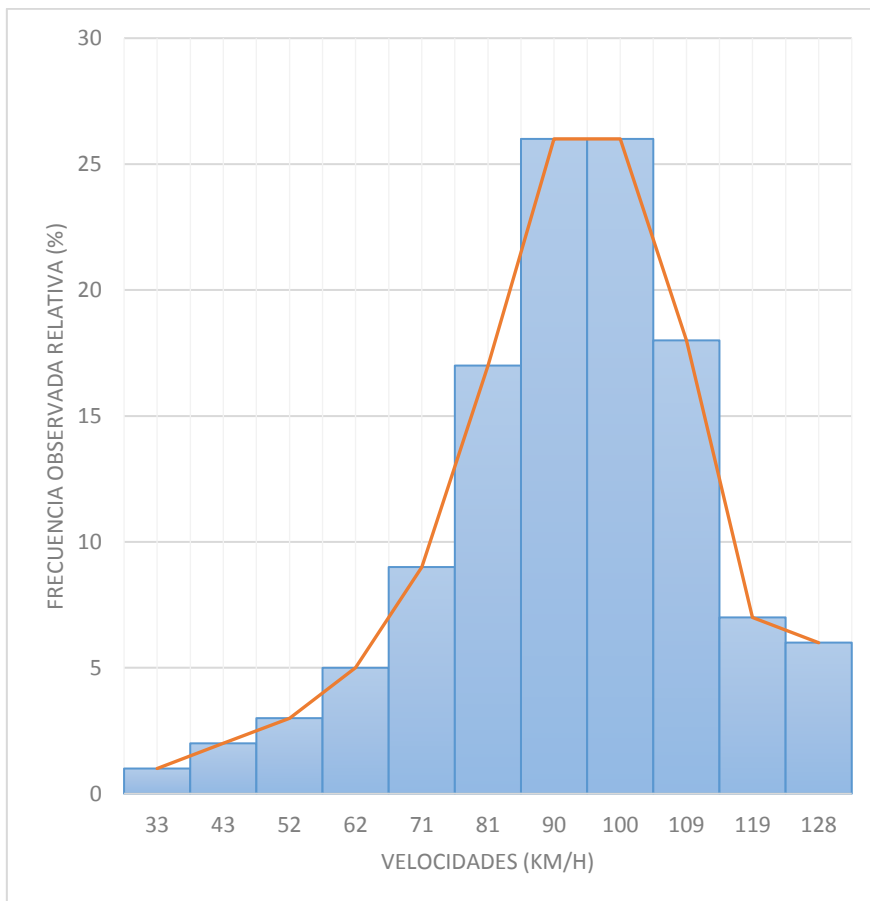
Fuente: Elaboración Propia

Figura 66: Curva de frecuencias observadas de velocidad Hacia Cusco



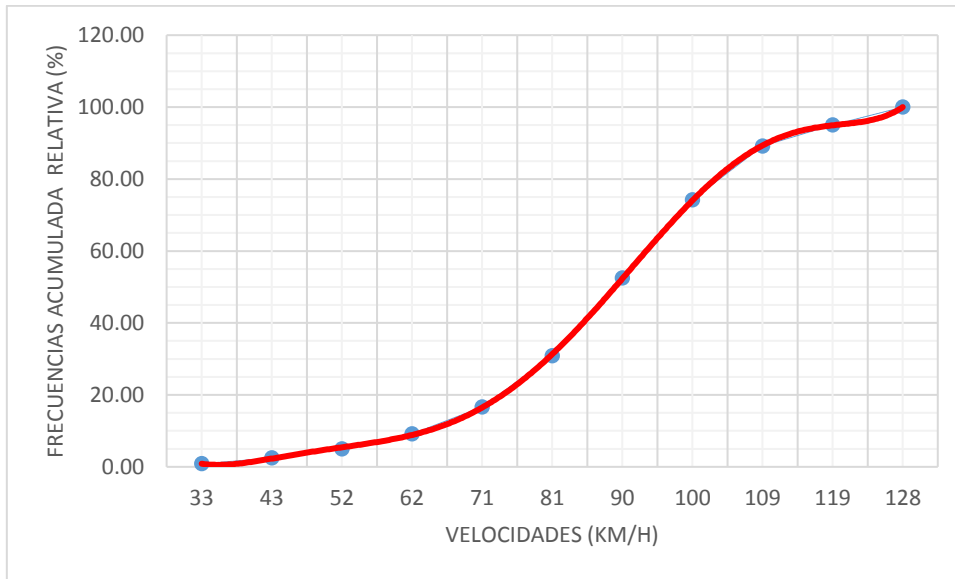
Fuente: Elaboración Propia

Figura 67: Polígono de frecuencias de velocidad sentido Hacia Urubamba



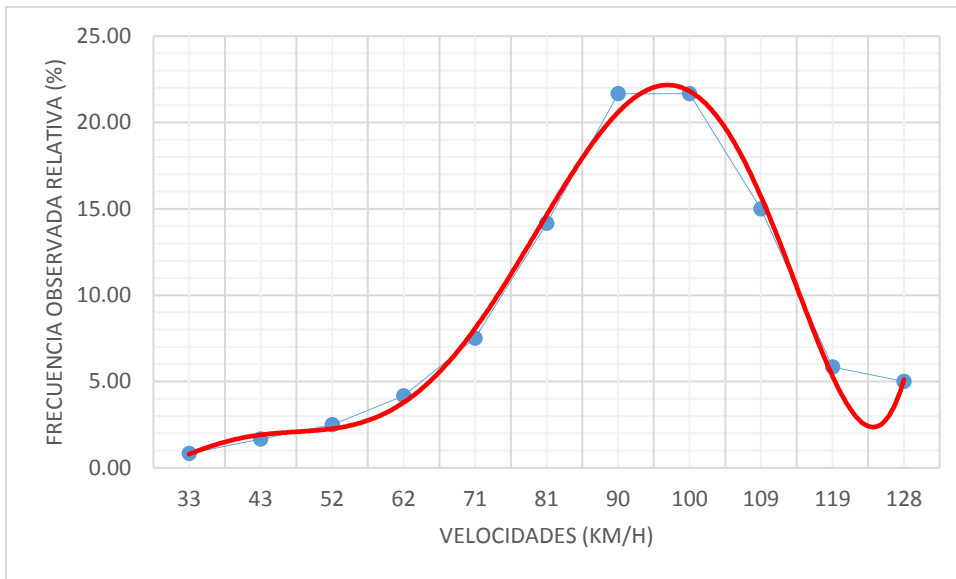
Fuente: Elaboración Propia

Figura 68: Curva de frecuencias acumuladas de velocidad Hacia Urubamba



Fuente: Elaboración Propia

Figura 69: Curva de frecuencias observadas de velocidad Hacia Urubamba



Fuente: Elaboración Propia



3.6.3.3. Análisis de la prueba

Como resultado del análisis de velocidad se determinó la velocidad a flujo libre por sentido del flujo dando los siguientes valores resultantes:

Hacia Cusco=82.66 km/h

Hacia Urubamba= 92.30 km/h

Con un error máximo de 3.04 km/h y 4.52 km/h respectivamente, los cuales tienen un 99% de confiabilidad, siendo valores aceptados para el análisis.

3.6.4. Análisis de tránsito proyectado

3.6.4.1. Procesamiento

3.6.4.1.1. Tránsito futuro

Para estimar el tránsito futuro fue necesario tener los volúmenes horarios máximos en cada estación segmentados en vehículos ligeros y vehículos pesados.

El volumen máximo horario ha sido estimado en la **Tabla 150** y la composición vehicular ha sido estimada en la **Tabla 154**

Como primer paso para estimar el número de vehículos ligeros y pesados se multiplicó los volúmenes máximo horario por el porcentaje de participación de cada tipo de vehículo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 159: Volumen de vehículos ligeros y pesados en la estación A1

Estación A1					
Sentido	VHMD	Vehículo Ligero		Vehículo Pesado	
		Porcentaje	vl/h	Porcentaje	vp/h
Hacia Cusco	492	79%	389	21%	103
Hacia Urubamba	316	89%	281	11%	35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 160: Volumen de vehículos ligeros y pesados en la estación A2

Estación A2					
Sentido	VHMD	Vehículo Ligero		Vehículo Pesado	
		Porcentaje	vl/h	Porcentaje	vp/h
Hacia Cusco	408	75%	306	25%	102
Hacia Urubamba	284	87%	247	13%	37

Fuente: Elaboración Propia

Una vez definido los volúmenes, se estimó el tránsito futuro mediante la **Ecuación 4**,

$$P_f = P_o(1 + T_c)^n \quad \text{Ecuación 4}$$

Como se indica en el marco teórico la proyección se dividió en dos partes.

La primera proyección para vehículos ligeros se realizó con la tasa de crecimiento de la población la cual es para la ciudad de Cusco un 0.3% anual, el año horizonte fue estimado de acuerdo con dos fechas específicas la primera fue cuando el Aeropuerto Internacional de Chinchero entra en funcionamiento 2021 y una proyección de 11 años a futuro 2030.

De esta manera la **Ecuación 4** para vehículos ligeros queda definida de la siguiente manera:

$$P_f = P_o(1 + 0.003)^2 \quad \text{Vehículo ligero 2021}$$

$$P_f = P_o(1 + 0.003)^{11} \quad \text{Vehículo ligero 2030}$$

Siendo $P_o=389$ el transito inicial, por ejemplo, en la estación A1 en el sentido hacia Cusco

$$P_f = 389(1 + 0.003)^2 = 391.34 = 391 \text{ veh l/h} \quad 2021$$

$$P_f = 389(1 + 0.003)^{11} = 402.03 = 402 \text{ veh l/h} \quad 2030$$

La segunda proyección para los vehículos ligeros es realiza con la tasa de crecimiento de la economía local la cual para la ciudad de Cusco es 4.2% quedando la ecuación para vehículos pesados de la siguiente manera

$$P_f = P_o(1 + 0.042)^2 \quad \text{Vehículo Pesado 2021}$$

$$P_f = P_o(1 + 0.042)^{11} \quad \text{Vehículo Pesado 2030}$$

Siendo $P_o=103$ el transito inicial, por ejemplo, en la estación A1 en el sentido hacia Cusco

$$P_f = 103(1 + 0.042)^2 = 111.83 = 112 \text{ veh P./h} \quad 2021$$

$$P_f = 103(1 + 0.042)^{11} = 161.95 = 162 \text{ veh P/h} \quad 2030$$

De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 161: Transito futuro

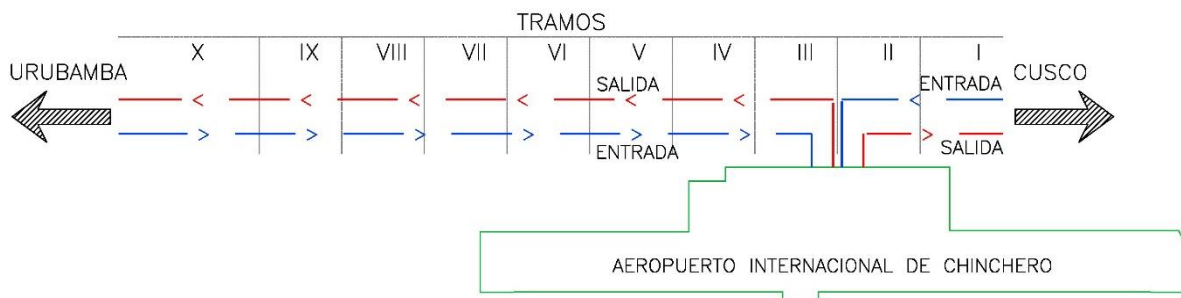
Estación A1 Tramo I-II-III-IV-V									
Sentido	VHMD	Vehículo Ligero			Vehículo Pesado			Total	
		2019	2021	2030	2019	2021	2030	2021	2030
Hacia Cusco	492	389	391	402	103	112	162	503	564
Hacia Urubamba	316	281	283	290	35	38	55	321	345
Estación A2 Tramo VI-VII-VIII-IX-X									
Sentido	VHMD	Vehículo Ligero			Vehículo Pesado			Total	
		2019	2021	2030	2019	2021	2030	2021	2030
Hacia Cusco	408	306	308	316	102	111	160	419	476
Hacia Urubamba	284	247	248	255	37	40	58	288	313

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4.1.2. Transito generado

Primeramente, se demarco la longitud de influencia de los vehículos generados por el Aeropuerto Internacional de Chinchero de acuerdo a su punto de origen y su destino, (entradas y salidas) distribuidos en los diferentes tramos de análisis como se muestra en la siguiente Figura:

Figura 70: Distribución de vehículos del aeropuerto



Fuente: Elaboración Propia

Se puede entonces determinar que los vehículos que salen del Aeropuerto Internacional de Chinchero con destino a Urubamba utilizarán el carril derecho de la carretera y recorrerán del Tramo III al Tramo X, de igual manera los vehículos que ingresan al aeropuerto provenientes de Urubamba utilizarán el carril izquierdo en el mismo tramo.

Los vehículos que salen del aeropuerto con destino Cusco utilizarán únicamente los Tramos I y II de igual manera lo harán los vehículos que ingresan al Aeropuerto que provienen de Cusco, ambos en su carril respectivo.

Como segundo paso se seleccionó el periodo de tiempo donde el volumen vehicular fue crítico y se segmentó los vehículos de acuerdo a su composición vehicular utilizando como base la Tabla 10, obteniendo así la siguiente tabla, la cual describe las entradas y salidas generales del aeropuerto

Tabla 162: Composición de vehículos generados 2021

2021							
Clase	Vehículo	Entradas		Salidas			Total
V. Ligero	Taxi	142	359	94%	142	287	95%
	Auto	135			90		
	Micro	82			55		
V. Pesado	Bus Direccional	17	21	6%	11	15	5%
	Bus Regular	4			4		
Total		380			Total	302	

Fuente: Elaboración Propia

Igualmente se realizó para el año en proyección 2030 con la **Tabla 11**

Tabla 163: Composición de vehículos generados 2030

2030							
Clase	Vehículo	Entradas		Salidas			Total
V. Ligero	Taxi	206	516	94.85%	206	384	95.52%
	Auto	193			111		
	Micro	117			67		
V. Pesado	Bus Direccional	24	28	5.15%	14	18	4.48%
	Bus Regular	4			4		
Total		544			Total	402	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Tabla 9 el 90% de vehículos se dirigirá a la ciudad de Cusco y el 10% de vehículos hacia la ciudad de Urubamba en el año 2021, y en el año 2030 se pronostica una distribución de 80% hacia Cusco y 20% hacia Urubamba por este motivo como tercer paso se procede a dividir la composición vehicular según su distribución de origen destino como se aprecia en la siguiente tabla

Tabla 164: Distribución de viajes en el año 2021

2021							
Distribución	Hacia Cusco 90%		Hacia Urubamba 10%		Total 100%		Total
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
V. Ligero	323	258	36	29	359	287	646
V. Pesado	19	14	2	1	21	15	36
Total	342	272	38	30	380	302	682

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 165: Distribución de viajes en el año 2030

2030							
Distribución	Hacia Cusco 80%		Hacia Urubamba 20%		Total 100%		Total
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	
V. Ligero	413	307	103	77	516	384	900
V. Pesado	22	14	6	4	28	18	46
Total	435	321	109	81	544	402	946

Fuente: Elaboración Propia

Estos volúmenes se distribuyeron de acuerdo a la Figura 70, y se obtuvo las tablas siguientes para cada tramo:

Tabla 166: Transito generado en el año 2021

2021						
Sector	Hacia Cusco			Hacia Urubamba		
	V. Ligerero	V. Pesado	Total	V. Ligerero	V. Pesado	Total
TRAMO I	258	14	272	323	19	342
TRAMO II	258	14	272	323	19	342
TRAMO III	36	2	38	29	1	30
TRAMO IV	36	2	38	29	1	30
TRAMO V	36	2	38	29	1	30
TRAMO VI	36	2	38	29	1	30
TRAMO VII	36	2	38	29	1	30
TRAMO VIII	36	2	38	29	1	30
TRAMO IX	36	2	38	29	1	30
TRAMO X	36	2	38	29	1	30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 167: Transito generado en el año 2030

2030						
Sector	Hacia Cusco			Hacia Urubamba		
	V. Ligerero	V. Pesado	Total	V. Ligerero	V. Pesado	Total
TRAMO I	307	14	321	413	22	435
TRAMO II	307	14	321	413	22	435
TRAMO III	103	6	109	77	4	81
TRAMO IV	103	6	109	77	4	81
TRAMO V	103	6	109	77	4	81
TRAMO VI	103	6	109	77	4	81
TRAMO VII	103	6	109	77	4	81
TRAMO VIII	103	6	109	77	4	81
TRAMO IX	103	6	109	77	4	81
TRAMO X	103	6	109	77	4	81

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4.1.3. Transito Proyectado

El transito proyectado se desarrolló como la sumatoria total del tránsito futuro y el transito generado, teniendo así las siguiente tablas según el año y el sentido del flujo vehicular.

Tabla 168: Transito proyectado hacia Cusco 2021

Hacia Cusco 2021									
Sector	Transito Generado			Transito futuro			Total		
	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total
Tramo I	258	14	272	391	112	503	649	126	775
Tramo II	258	14	272	391	112	503	649	126	775
Tramo III	36	2	38	391	112	503	427	114	541
Tramo IV	36	2	38	391	112	503	427	114	541
Tramo V	36	2	38	391	112	503	427	114	541
Tramo VI	36	2	38	308	111	419	344	113	457
Tramo VII	36	2	38	308	111	419	344	113	457
Tramo VIII	36	2	38	308	111	419	344	113	457
Tramo IX	36	2	38	308	111	419	344	113	457
Tramo X	36	2	38	308	111	419	344	113	457

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 169: Transito proyectado hacia Urubamba 2021

Hacia Urubamba 2021									
Sector	Transito Generado			Transito futuro			Total		
	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total
Tramo I	323	19	342	283	38	321	606	57	663
Tramo II	323	19	342	283	38	321	606	57	663
Tramo III	29	1	30	283	38	321	312	39	351
Tramo IV	29	1	30	283	38	321	312	39	351
Tramo V	29	1	30	283	38	321	312	39	351
Tramo VI	29	1	30	248	40	288	277	41	318
Tramo VII	29	1	30	248	40	288	277	41	318
Tramo VIII	29	1	30	248	40	288	277	41	318
Tramo IX	29	1	30	248	40	288	277	41	318
Tramo X	29	1	30	248	40	288	277	41	318

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 170: Transito proyectado hacia Cusco 2030

Hacia Cusco 2030									
Sector	Transito Generado			Transito futuro			Total		
	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total
Tramo I	307	14	321	402	162	564	709	176	885
Tramo II	307	14	321	402	162	564	709	176	885
Tramo III	103	6	109	402	162	564	505	168	673
Tramo IV	103	6	109	402	162	564	505	168	673
Tramo V	103	6	109	402	162	564	505	168	673
Tramo VI	103	6	109	316	160	476	419	166	585
Tramo VII	103	6	109	316	160	476	419	166	585
Tramo VIII	103	6	109	316	160	476	419	166	585
Tramo IX	103	6	109	316	160	476	419	166	585
Tramo X	103	6	109	316	160	476	419	166	585

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 171: Transito proyectado hacia Urubamba 2030

Hacia Urubamba 2030									
Sector	Transito Generado			Transito futuro			Total		
	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total	V. Ligero	V. Pesado	Total
Tramo I	413	22	435	290	55	345	703	77	780
Tramo II	413	22	435	290	55	345	703	77	780
Tramo III	77	4	81	290	55	345	367	59	426
Tramo IV	77	4	81	290	55	345	367	59	426
Tramo V	77	4	81	290	55	345	367	59	426
Tramo VI	77	4	81	255	58	313	332	62	394
Tramo VII	77	4	81	255	58	313	332	62	394
Tramo VIII	77	4	81	255	58	313	332	62	394
Tramo IX	77	4	81	255	58	313	332	62	394
Tramo X	77	4	81	255	58	313	332	62	394

Fuente: Elaboración Propia

Como último paso se determina la composición vehicular en el transito proyectado

Tabla 172: Composición vehicular del tránsito proyectado 2021

2021								
Sector	Hacia Cusco		Hacia Urubamba		Sub Total		Total	% V. Pesado
	V. Ligero	V. Pesado	V. Ligero	V. Pesado	V. Ligero	V. Pesado		
Tramo I	649	126	606	57	1255	183	1438	13%
Tramo II	649	126	606	57	1255	183	1438	13%
Tramo III	427	114	312	39	739	153	892	17%
Tramo IV	427	114	312	39	739	153	892	17%
Tramo V	427	114	312	39	739	153	892	17%
Tramo VI	344	113	277	41	621	154	775	20%
Tramo VII	344	113	277	41	621	154	775	20%
Tramo VIII	344	113	277	41	621	154	775	20%
Tramo IX	344	113	277	41	621	154	775	20%
Tramo X	344	113	277	41	621	154	775	20%

Fuente: Elaboración Propia

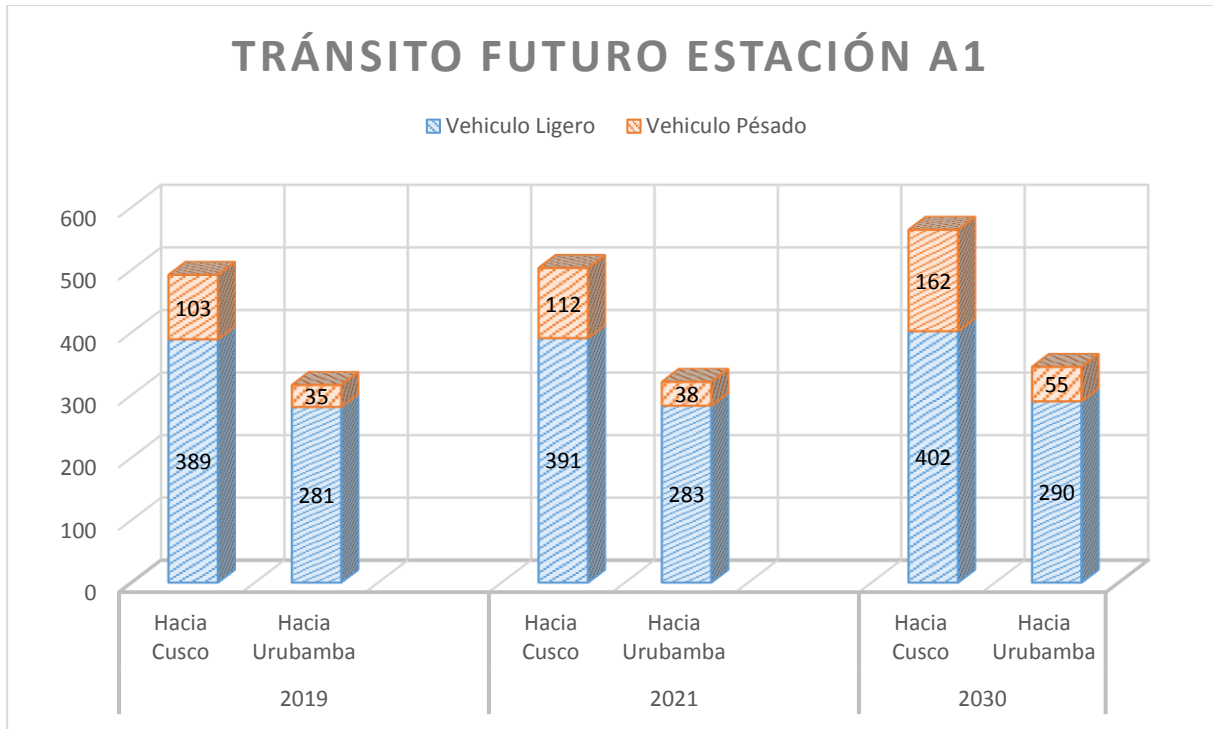
Tabla 173: Composición vehicular del tránsito proyectado 2030

2030								
Sector	Hacia Cusco		Hacia Urubamba		Sub Total		Total	% V. Pesado
	V. Ligero	V. Pesado	V. Ligero	V. Pesado	V. Ligero	V. Pesado		
Tramo I	709	176	703	77	1412	253	1665	15%
Tramo II	709	176	703	77	1412	253	1665	15%
Tramo III	505	168	367	59	872	227	1099	21%
Tramo IV	505	168	367	59	872	227	1099	21%
Tramo V	505	168	367	59	872	227	1099	21%
Tramo VI	419	166	332	62	751	228	979	23%
Tramo VII	419	166	332	62	751	228	979	23%
Tramo VIII	419	166	332	62	751	228	979	23%
Tramo IX	419	166	332	62	751	228	979	23%
Tramo X	419	166	332	62	751	228	979	23%

Fuente: Elaboración Propia

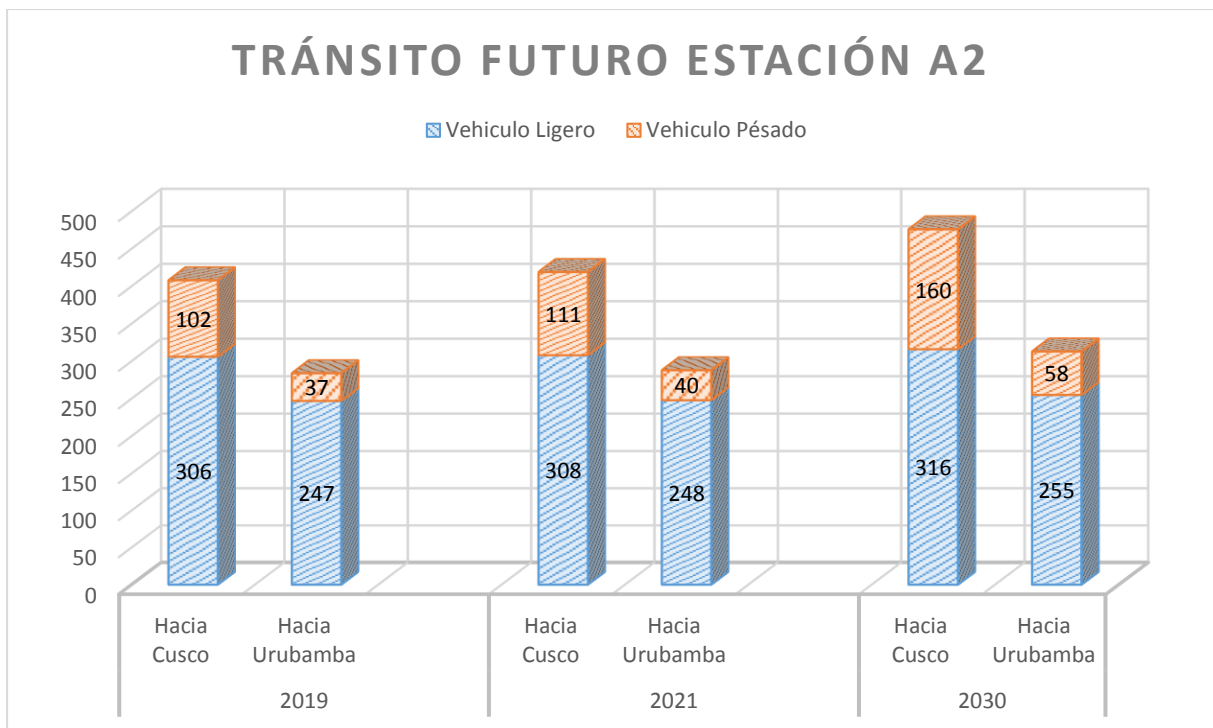
3.6.4.2. Diagrama

Figura 71: Tránsito futuro en la estación A1



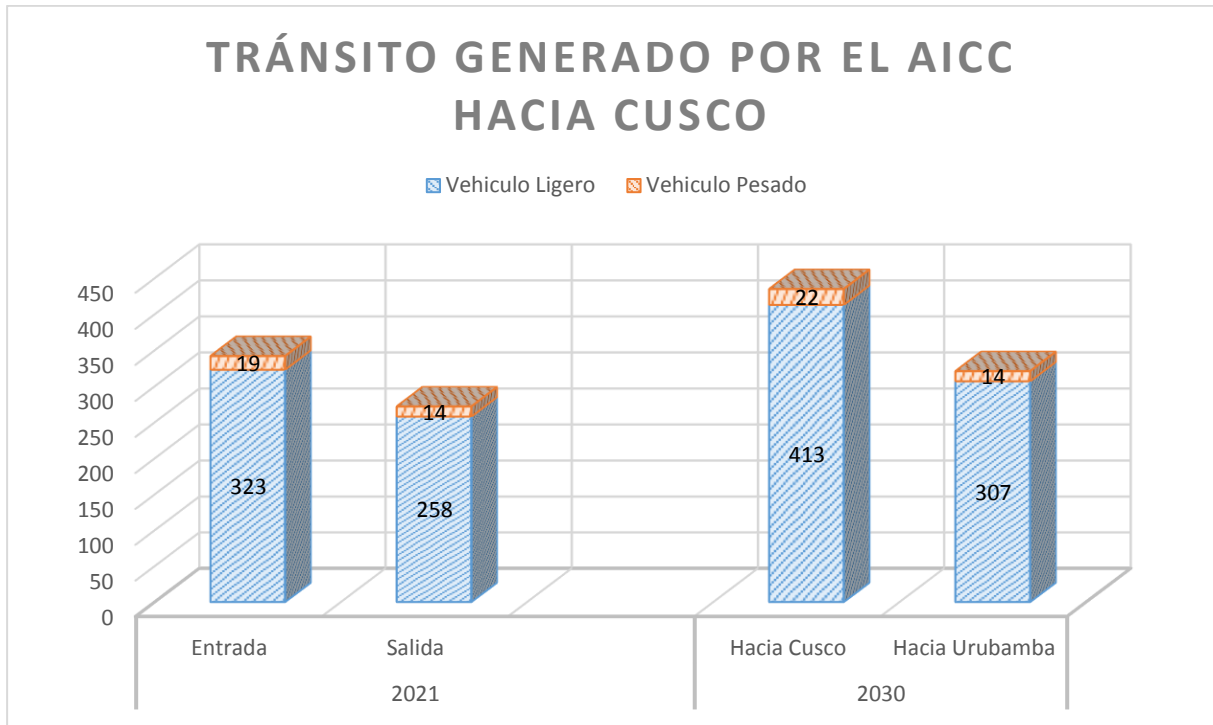
Fuente: Elaboración Propia

Figura 72: Tránsito futuro en la estación A2



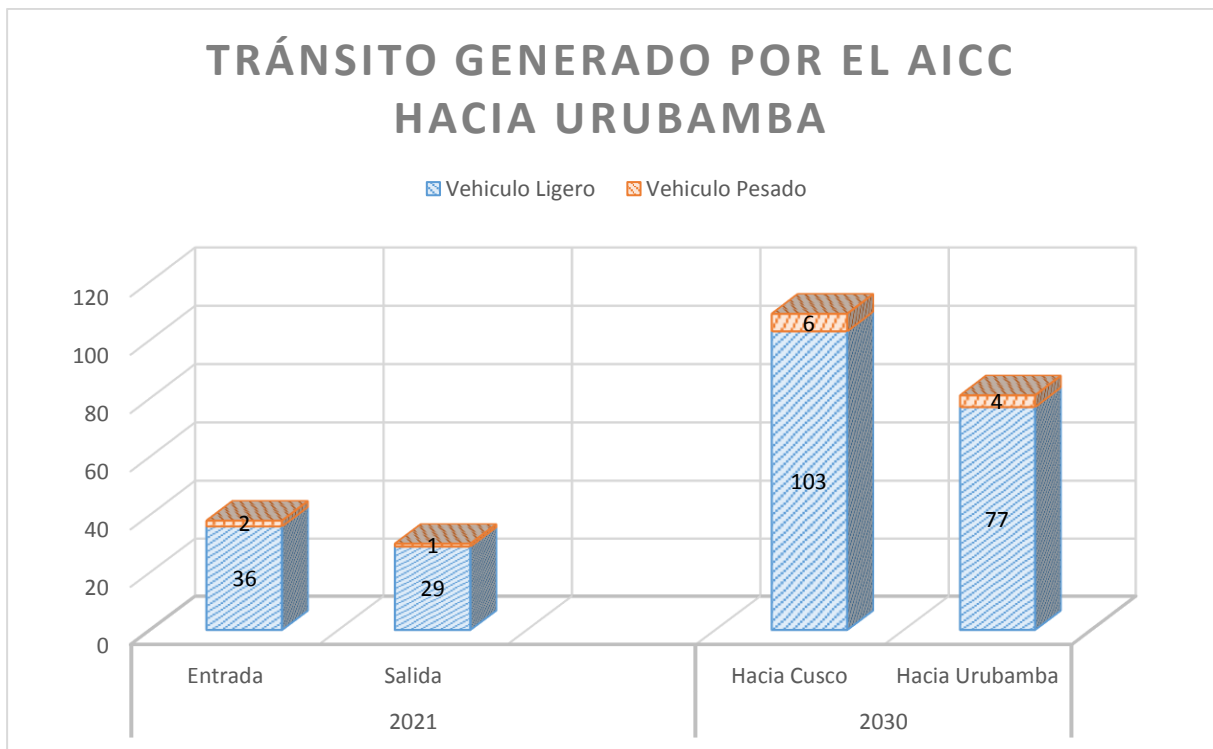
Fuente: Elaboración Propia

Figura 73: Transito generado por el AICC hacia Cusco



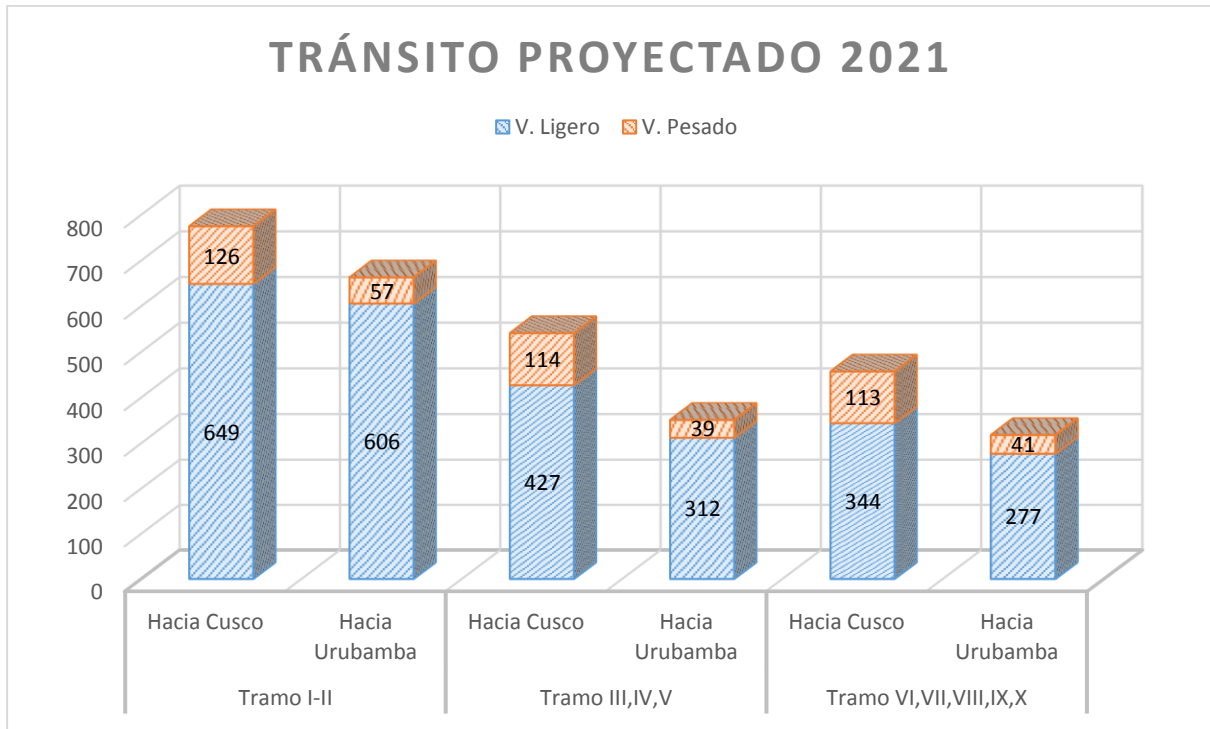
Fuente: Elaboración Propia

Figura 74: Transito generado por el AICC Hacia Urubamba



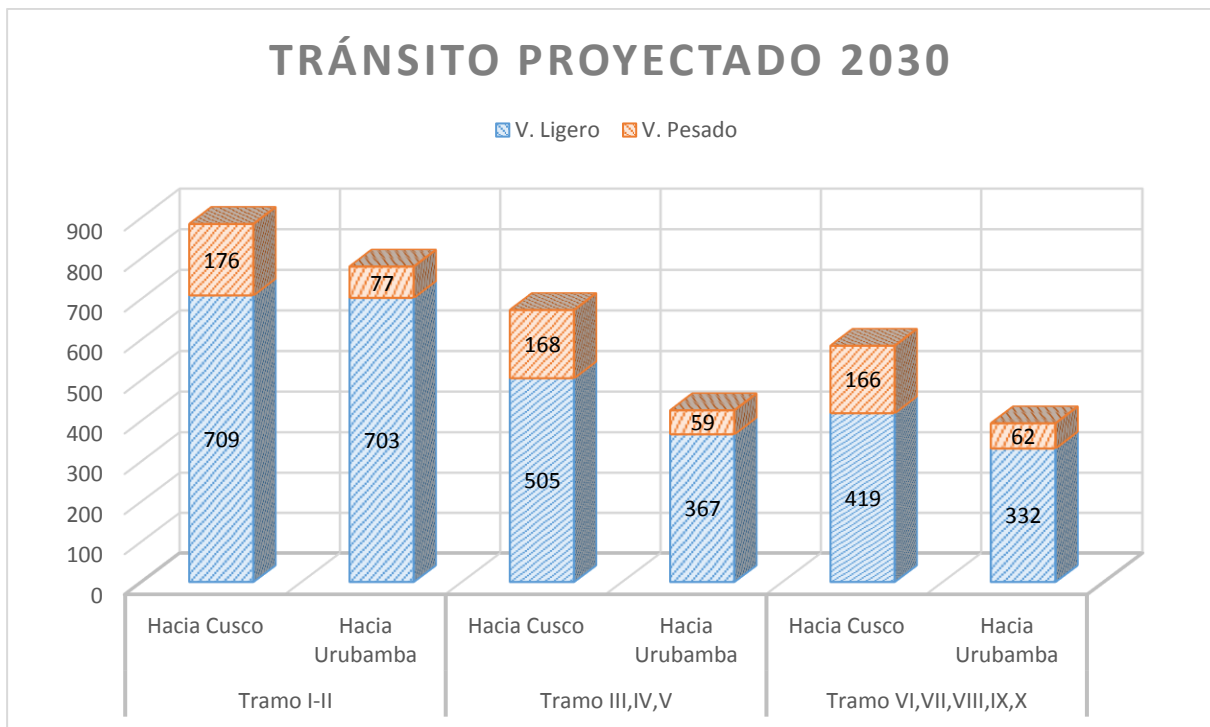
Fuente: Elaboración Propia

Figura 75: Transito proyectado por tramos para el año 2021



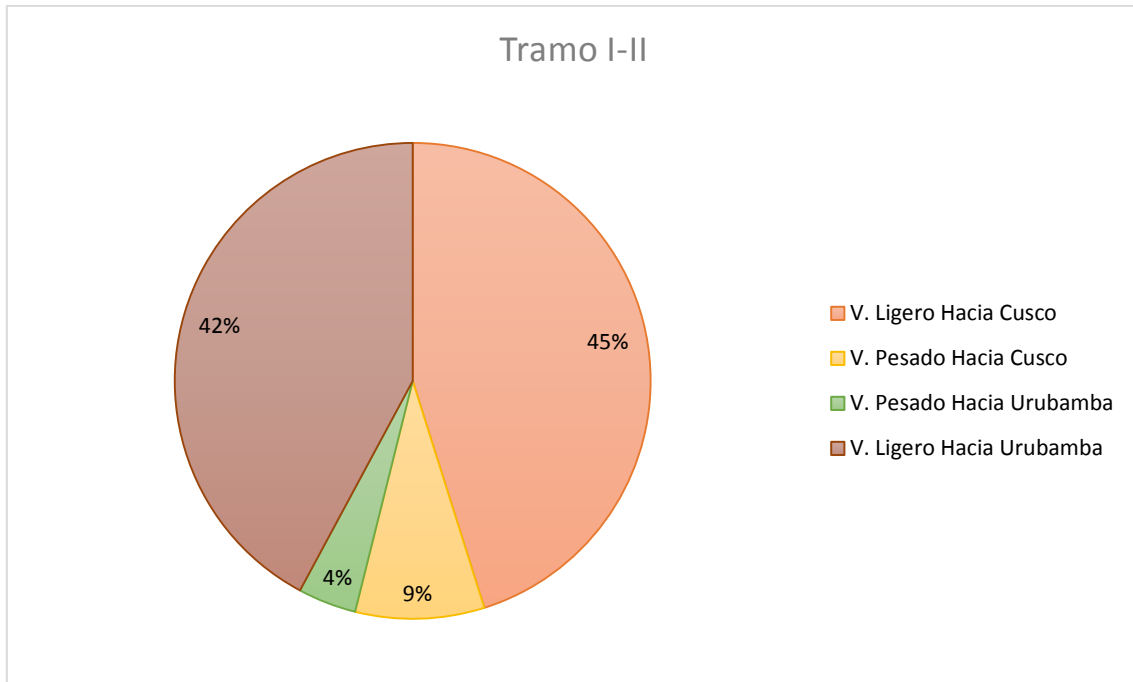
Fuente: Elaboración Propia

Figura 76: Transito proyectado por tramos para el año 2030



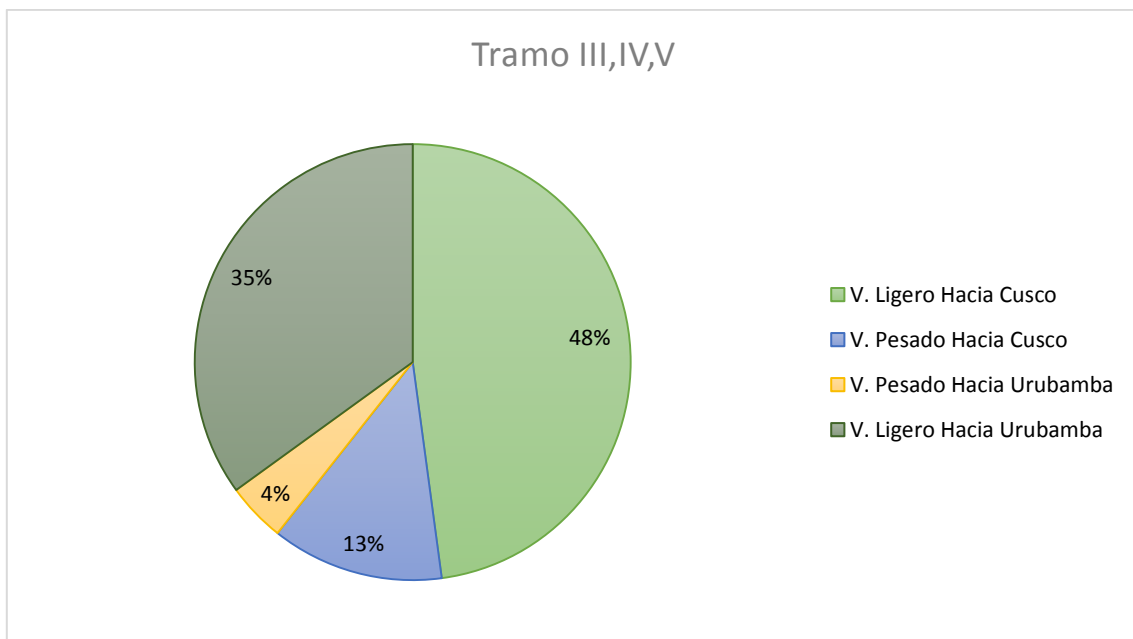
Fuente: Elaboración Propia

Figura 77: Composición vehicular tramo I, II año 2021



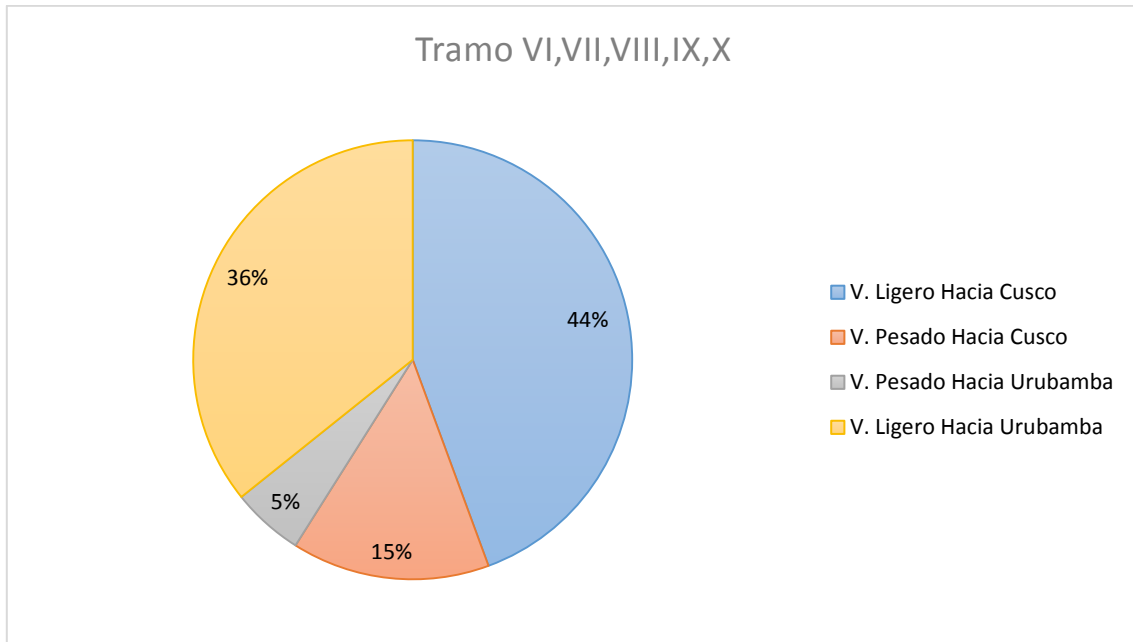
Fuente: Elaboración Propia

Figura 78: Composición vehicular tramo III, IV, V año 2021



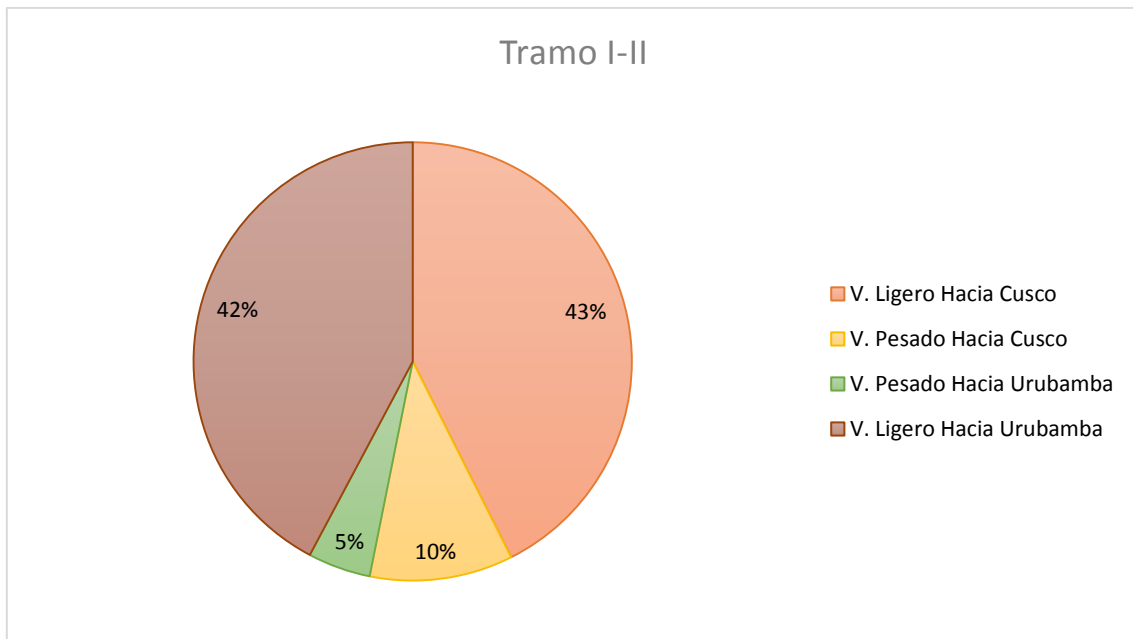
Fuente: Elaboración Propia

Figura 79: Composición vehicular tramo VI, VII, VIII, IX, X año 2021



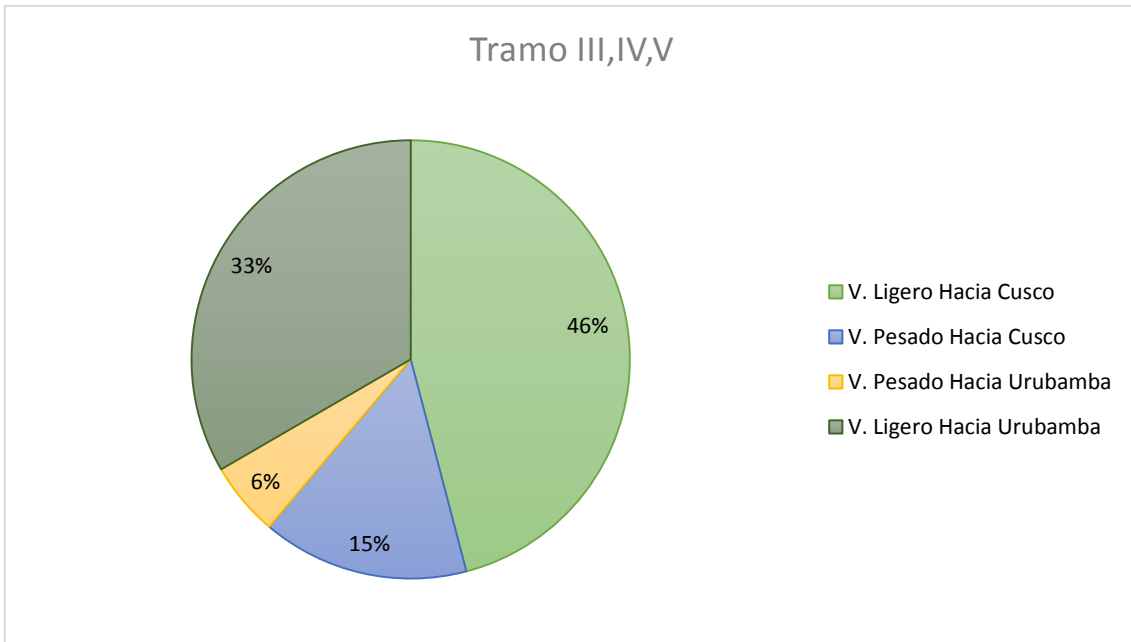
Fuente: Elaboración Propia

Figura 80: Composición vehicular tramo I, II año 2030



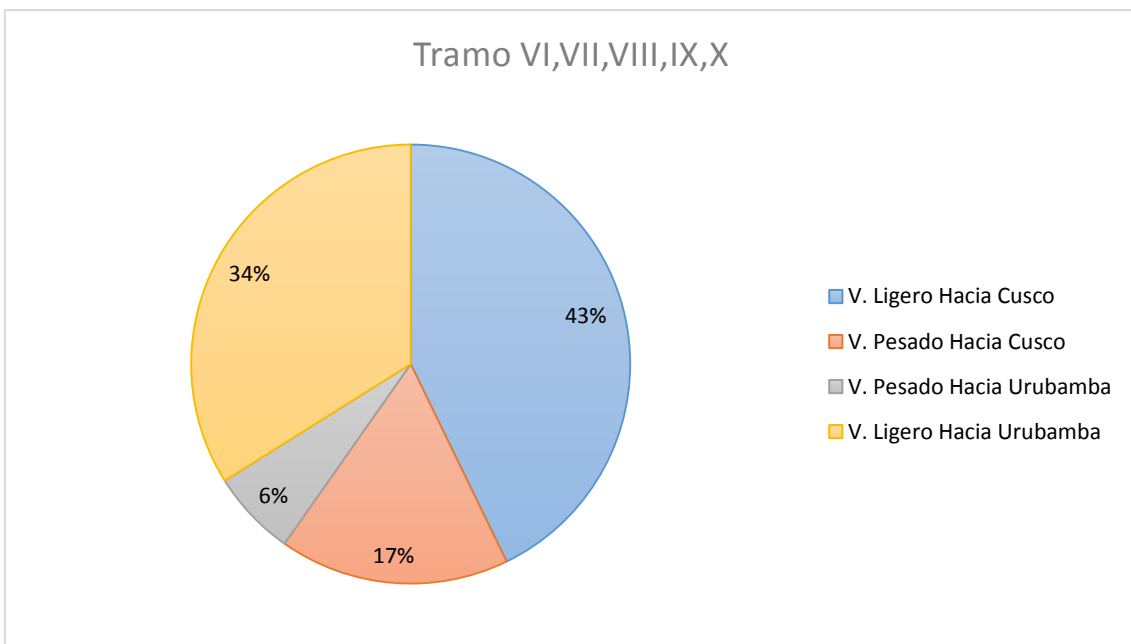
Fuente: Elaboración Propia

Figura 81: Composición vehicular tramo III, IV, V año 2030



Fuente: Elaboración Propia

Figura 82: Composición vehicular tramo VI, VII, VIII, IX, X año 2030



Fuente: Elaboración Propia



3.6.4.3. Análisis de la prueba

Del análisis realizado siendo Vd el volumen de vehículos en sentido hacia Urubamba y Vo el sentido opuesto Hacia Cusco se puede apreciar que para el 2021 el volumen proyectado de:

- Tramo I: Un Vd de 663 y un Vo 775, con un 13% de vehículos pesados
- Tramo II: Un Vd de 663 y un Vo 775, con un 13% de vehículos pesados
- Tramo III: Un Vd de 351 y un Vo 541, con un 17% de vehículos pesados
- Tramo IV: Un Vd de 351 y un Vo 541, con un 17% de vehículos pesados
- Tramo V: Un Vd de 351 y un Vo 541, con un 17% de vehículos pesados
- Tramo VI: Un Vd de 318 y un Vo 457, con un 20% de vehículos pesados
- Tramo VII: Un Vd de 318 y un Vo 457, con un 20% de vehículos pesados
- Tramo VIII: Un Vd de 318 y un Vo 457, con un 20% de vehículos pesados
- Tramo IX: Un Vd de 318 y un Vo 457, con un 20% de vehículos pesados
- Tramo X: Un Vd de 318 y un Vo 457, con un 20% de vehículos pesados

Para el año 2030 se proyectó los siguientes volúmenes:

- Tramo I: Un Vd de 780 y un Vo 885, con un 15% de vehículos pesados
- Tramo II: Un Vd de 780 y un Vo 885, con un 15% de vehículos pesados
- Tramo III: Un Vd de 426 y un Vo 673, con un 21% de vehículos pesados
- Tramo IV: Un Vd de 426 y un Vo 673, con un 21% de vehículos pesados
- Tramo V: Un Vd de 426 y un Vo 673, con un 21% de vehículos pesados
- Tramo VI: Un Vd de 394 y un Vo 585, con un 23% de vehículos pesados
- Tramo VII: Un Vd de 394 y un Vo 585, con un 23% de vehículos pesados
- Tramo VIII: Un Vd de 394 y un Vo 585, con un 23% de vehículos pesados
- Tramo IX: Un Vd de 394 y un Vo 585, con un 23% de vehículos pesados
- Tramo X: Un Vd de 394 y un Vo 585, con un 23% de vehículos pesados

3.6.5. Nivel de servicio en carretera de dos carriles, Situación Actual

3.6.5.1. Procesamiento

El siguiente análisis se hizo con el motivo de cumplir con los objetivos, Nivel de servicio actual de la carretera Chinchero- Urubamba. Como ejemplo se analizará el Tramo III el procedimiento de cálculo de los demás tramos se encuentra en el Anexo II

3.6.5.1.1. Paso1: Ingreso de Datos

Primeramente, se recopiló todos los datos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 174: Recopilación de datos geométricos y de tránsito

SISTEMA MÉTRICO					
Datos Geométricos			Datos de Tránsito		
Clasificación de Carretera	I			Volumen en el Sentido de Análisis	
Ancho de Carril	3.00	m	Volumen en el Sentido Opuesto	492	veh/h
Ancho de Berma	0.30	m	Factor de Hora Punta (PHF)	1	
Densidad de puntos de acceso	1	Punto/km	División direccional	61/39	
Terreno	Ondulado		% De Vehículos Pesados	17	%
% De zona de no adelantamiento	100	%	% De Vehículos Recreacionales	0	%
Longitud del segmento	3.00	km	FFS, medido en campo	92.30	km/h
Pendiente del Segmento	5.33	%	FFS, opuesto	82.66	km/h
Sentido del Flujo de Análisis	Descenso				

Fuente: Elaboración propia

El *Highway Capacity Manual 2010* se encuentra en unidades imperiales por lo cual se calculó todos los datos en este sistema de medidas, el (Transportation Research Board, 2010) indica los factores de conversión en la siguiente tabla

Tabla 175: Conversión de unidades métricas

Símbolo	Cuando tú conoces	Muítplícalo por	Para encontrar	Símbolo
in.	Pulgadas	25.4	Milímetros	mm
ft	Pies	0.305	Metros	mm
yd	Yardas	0.914	Metros	mm
mi	Millas	1.61	Kilómetros	km

Fuente: (Transportation Research Board, 2010)

Aplicando los factores de conversión para cada medida se obtiene la siguiente tabla con los datos geométricos y de tránsito en el sistema de medida imperial:

Tabla 176: Recopilación de datos geométricos y de tránsito sistema imperial

SISTEMA IMPERIAL				
Datos Geométricos			Datos de Tránsito	
Clasificación de Carretera	I			Volumen en el Sentido de Análisis
Ancho de Carril	9.843	ft	Volumen en el Sentido Opuesto	492
Ancho de Berma	0.984	ft	Factor de Hora Punta (PHF)	1
Densidad de puntos de acceso	2	Punto/mi	División direccional	61/39
Terreno	Ondulado		% De Vehículos Pesados	17
% De zona de no adelantamiento	100	%	% De Vehículos Recreacionales	0
Longitud del segmento	1.864	mi	FFS, medido en campo	57.353
Pendiente del Segmento	5.33	%	FFS, opuesto	51.363
Sentido del Flujo de Análisis	Descenso			

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.1.2. Paso 2: Estimando la velocidad de flujo libre (FFS)

La velocidad de flujo libre fue medida directamente en campo, analizada para cada sentido hacia Cusco y hacia Urubamba basada en una muestra de 140 y 120 vehículos

Siendo los siguientes valores:

FFS Hacia Urubamba = 92.30 km/h (57.353 mi/h)

FFS Hacia Cusco = 82.66 km/h (51.363 mi/h)

3.6.5.1.3. Paso 3: Ajuste de la demanda para determinar la velocidad promedio de viaje (ATS)

El volumen de demanda debe ser ajustado a vehículos ligeros por hora y en condiciones base, este procedimiento se realiza con la **Ecuación 7**

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Se debe realizar este ajuste a cada sentido del flujo hacia Urubamba y hacia Cusco, para este cálculo se tomó como sentido de análisis “d” Hacia Urubamba y como sentido opuesto “o”, Hacia Cusco, donde los volúmenes de demanda eran: $V_d = 316$ veh/h y $V_o = 492$ veh/h.

Los volúmenes fueron tomados cada 15 minutos y fueron generados a partir de la tasa de demanda crítica por lo cual el factor de hora punta PHF es igual a 1

El factor de ajuste por pendiente $f_{g,ATS}$ se halla desde la **Tabla 16** o la **Tabla 17** dependiendo del sentido de análisis, del tipo de terreno y la pendiente,

3.6.5.1.3.1. Determinar el factor de ajuste por pendiente

Primeramente, se analizó en el sentido de análisis (Hacia Urubamba), en este caso es un descenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 316 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 16**, estos datos fueron interpolados mediante el uso de la formula clásica lineal que está dada por:

$$y = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} * (y_2 - y_1) + y_1$$

Los datos extraídos de la **Tabla 16** son los siguientes:

Tabla 177: Datos necesarios para determinar el factor de ajuste por la pendiente para ATS-situación actual

VHMD Vd	Terreno Ondulado
300	0.83
316	x
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

El valor resultante de la interpolación se debe redondear al valor cercano al 0.01

$$y = \frac{(316 - 300)}{(400 - 300)} * (0.9 - 0.83) + 0.83 = 0.8412 = 0.84$$

Obteniendo así el valor de $f_{g,ATS}=0.84$

Tabla 178: Interpolación del factor de ajuste por la pendiente para ATS en el sentido de análisis-situación actual

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.83
316	0.84
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

Como segundo paso se realizó el mismo procedimiento pero para el sentido opuestos, en este caso es un ascenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 492 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 17**, obteniendo el valor de $f_{g,ATS}=0.86$

Tabla 179: Interpolación del factor de ajuste por la pendiente en ascenso específico para ATS en el sentido opuesto-situación actual

Pendiente%	Longitud (mi)	VHMD, Vd		
		400	492	500
≥ 4.5 <5.5	1.5	0.72	0.87	0.88
	1.86		0.86	
	2.00	0.71	0.86	0.87

Fuente: Elaboración Propia

3.6.5.1.3.2. Determinar el factor de ajuste por vehículos pesados

Como se expuso en el marco teórico los vehículos pesados reducen la velocidad media de los vehículos, es por ese motivo que se debe realizar un ajuste por la presencia de este tipo de vehículos. Para determinar el factor de ajuste por vehículos pesados se tiene que realizar dos pasos:

- Se determina el factor de equivalencia para vehículos pesados E_T y vehículos recreacionales (E_R)
- Se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados con la **Ecuación 8**

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{Ecuación 8}$$

El factor de equivalencia depende del volumen de demanda, el tipo de terreno y la pendiente.

Primeramente, se determinó el factor de equivalencia para el sentido de análisis, el cual es un descenso específico con una pendiente de 5.33%, por lo cual los datos de la interpolación se obtuvieron de la **Tabla 18** donde se recomienda redondear próximo al 0.1 y se obtiene los resultados como se muestra a continuación:

Tabla 180: Interpolación del factor de equivalencia en descenso específico para ATS en el sentido de análisis-situación actual

Tipo de vehículo	Volumen de Demanda	Terreno Ondulado
Pesado (ET)	300	2.1
	316	2.1
	400	2.0
Recreativo (ER)	Todos los Flujos	1.1

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así los factores de equivalencia $E_R = 1.1$ y $E_T = 2.10$

Siguiendo el proceso se realizó el análisis para el sentido contrario, con un ascenso específico de pendiente igual a 5.33% y un volumen de demanda de 492 veh/h, los datos para la

interpolación se obtuvieron para los vehículos recreacionales (E_R) de la **Tabla 19** y para los pesados (E_T) de la **Tabla 20** y se muestran a continuación:

Tabla 181: Interpolación del factor de equivalencia para vehículos recreacionales (e_r) para ATS en el sentido opuesto-situación actual

Pendiente (%)	Longitud (mi)	Factor E_R Volumen de demanda V		
		400	492	500
$\geq 4.5 < 5.5$	≤ 2.50	1.2	1.0	1.0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 182: Interpolación del factor de equivalencia para vehículos pesados (e_t) para ATS en el sentido opuesto-situación actual

Pendiente (%)	Longitud (mi)	Factor E_T Volumen de demanda V		
		400	492	500
$\geq 4.5 < 5.5$	1.5	10.6	10.5	10.5
	1.864		11.3	
	2.00	11.8	11.6	11.60

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así los factores de equivalencia $E_R = 1.0$ y $E_T = 11.3$

Una vez determinados los factores de equivalencia se desarrolla la **Ecuación 8**

Para el sentido de análisis se tienen los siguientes datos:

PT=0.17 en decimales PR= 0
 ET=2.1 ER=1.1

Aplicados en la formula resultaron:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.17(2.1 - 1) + 0(1.1 - 1)} = \frac{1}{1.19} = 0.842$$

Y se obtiene un $f_{HV,ATS}$ de 0.842

Para el sentido opuesto se tienen los datos

PT=0.17 en decimales PR= 0
 ET=11.3 ER=1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.17(11.3 - 1) + 0(1 - 1)} = \frac{1}{2.75} = 0.364$$

Y se obtuvo un $f_{HV,ATS}$ de 0.364

3.6.5.1.3.3. Ajuste del volumen de demanda

Una vez determinado todos los factores de ajuste se aplicó la **Ecuación 7** para cada sentido de la carretera:

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Siendo $v_{d,ATS}$ en sentido de análisis y $v_{o,ATS}$ en sentido opuesto

Para el sentido de análisis se obtuvo:

$$v_{d,ATS} = \frac{V_d}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde $V_d = 316$ (veh/h)

$$f_{g,ATS} = 0.84$$

$$f_{HV,ATS} = 0.842$$

$$PHF = 1$$

$$v_{d,ATS} = \frac{316}{1 * 0.84 * 0.842} = \frac{316}{0.707} = 446.96 = 447 \text{ vl/h}$$

Y para el sentido opuesto se obtuvo:

$$v_{o,ATS} = \frac{V_o}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde $V_o = 492$ (veh/h)

$$f_{g,ATS} = 0.86$$

$$f_{HV,ATS} = 0.364$$

$$PHF = 1$$

$$v_{o,ATS} = \frac{492}{1 * 0.86 * 0.364} = \frac{492}{0.313} = 1571.89 = 1572 \text{ vl/h}$$

3.6.5.1.4. Paso 4: Cálculo de la velocidad promedio de viaje (ATS)

La ATS se calcula para carreteras de Clase I a partir de la siguiente ecuación

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde todos los valores anteriores ya han sido hallados previamente, excepto el factor de ajuste por zonas de no adelantamiento $f_{np,ATS}$, el cual se interpola de la **Tabla 22**, los datos de ingreso son el volumen de demanda ajustado opuesto, el FFS y el porcentaje de zonas de no adelantamiento, para el sentido de análisis se tiene:

Tabla 183: Interpolación del factor de ajuste por el porcentaje de zonas de no adelantamiento en el sentido de análisis-situación actual

Volumen Ajustado Opuesto vo (vl/h)	Porcentaje de zonas de no adelantamiento		
	100	100	100
FFS=	55.00		
1400	0.9	0.9	0.9
1572		0.7	
≥1600	0.7	0.7	0.7
FFS=	57.35		
1572		0.7	
FFS=	60.00		
1400	0.9	0.9	0.9
1572		0.7	
≥1600	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la tabla primeramente se realizó la interpolación en la subsección del FFS menor al del análisis (55) obteniendo un valor de 0.7, posteriormente a la subsección mayor al del análisis (60) se obtuvo un valor de 0.7 y finalmente una interpolación entre estos valores y un FFS de 57.35 obteniendo un valor de 0.7. El mismo procedimiento se realizó para el sentido opuesto teniendo así:

Tabla 184: Interpolación del factor de ajuste por el porcentaje de zonas de no adelantamiento en el sentido de análisis-situación actual

Volumen Ajustado Opuesto vd (vl/h)	Porcentaje de zonas de no adelantamiento		
	100	100	100
FFS=	50.00		
400	2.7	2.7	2.7
447		2.5	
600	1.9	1.9	1.9
FFS=	51.36		
447		2.5	
FFS=	55.00		
400	2.8	2.8	2.8
447		2.6	
600	1.9	1.9	1.9

Fuente: Elaboración Propia



Una vez determinado todos los valores se aplica la ecuación para determinar el ATS:

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$FFS = 57.353 \text{ mi/h}$$

$$v_{d,ATS} = 447 \text{ vl/h}$$

$$v_{o,ATS} = 1572 \text{ vl/h}$$

$$f_{np,ATS} = 0.70$$

$$ATS_d = 57.353 - 0.00776(447 + 1572) - 0.7 = 57.353 - 15.653 - 0.7 = 41.00 \text{ mi/h}$$

De igual manera se realizó la operación para el sentido opuesto:

$$ATS_o = FFS - 0.00776(v_{o,ATS} + v_{d,ATS}) - f_{np,ATS} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$FFS = 51.363 \text{ mi/h}$$

$$v_{d,ATS} = 1572 \text{ vl/h}$$

$$v_{o,ATS} = 447 \text{ vl/h}$$

$$f_{np,ATS} = 2.50$$

$$ATS_d = 51.363 - 0.00776(1572 + 447) - 2.5 = 51.363 - 15.663 - 2.5 = 33.20 \text{ mi/h}$$

De esta manera se obtiene una medida de eficacia para determinar el nivel de servicio, los siguientes pasos contemplan el cálculo de la siguiente medida PTSF

3.6.5.1.5. Paso 5: Ajuste de la demanda para determinar el Porcentaje de tiempo usado viajando en colas (PTSF)

El proceso matemático es estructuralmente similar al cálculo de la velocidad promedio de viaje (ATS), pero se utilizan diferentes factores de ajuste.

El volumen de demanda debe ser ajustado a vehículos ligeros por hora y en condiciones base, este procedimiento se realiza con la **Ecuación 11**

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Se debe realizar este ajuste a cada sentido del flujo Hacia Urubamba y Hacia Cusco, para este cálculo se tomó como sentido de análisis “d” Hacia Urubamba y como sentido opuesto “o” Hacia Cusco, donde se tiene volúmenes de $V_d = 316$ veh/h y $V_o = 492$ veh/h.

Los volúmenes fueron tomados cada 15 minutos y fueron generados a partir de la tasa de demanda crítica por lo cual el factor de hora punta PHF es igual a 1

El factor de ajuste por pendiente $f_{g,PTSF}$ se halla desde la **Tabla 23** y la **Tabla 24** dependiendo del sentido de análisis, del tipo de terreno y la pendiente,

3.6.5.1.5.1. Determinar el factor de ajuste por pendiente

Primeramente, se analizó en el sentido de análisis, en este caso es un descenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 316 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 23** estos datos tienen que ser interpolados

Para la interpolación se utiliza la fórmula clásica lineal que está dado por:

$$y = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} * (y_2 - y_1) + y_1$$

Los datos extraídos de la Tabla 23 son los siguientes

Tabla 185: Datos necesarios para determinar el factor de ajuste por pendiente para PTSF-situación actual

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.85
316	x
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

La interpolación se redondeó al valor cercano al 0.01 como se muestra a continuación:

$$y = \frac{(316 - 300)}{(400 - 300)} * (0.9 - 0.85) + 0.85 = 0.858 = 0.86$$

Obteniendo así el valor de $f_{g,PTSF} = 0.86$

Tabla 186: Interpolación del factor de ajuste por pendiente en el sentido de análisis para PTSF-situación actual

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.85
316	0.86
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

Como segundo paso de esta sección se analiza el sentido opuestos, en este caso es un ascenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 492 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 24** obteniendo el valor de $f_{g,ATS} = 1.00$

Tabla 187: Interpolación del factor de ajuste por pendiente en el sentido opuesto para PTSF – situación actual

Pendiente%	Longitud (mi)	Volumen de demanda, V_o		
		400	492	500
$\geq 4.5 < 5.5$	≥ 0.50	1.00	1.00	1.00
	1.864		1.00	
	≥ 0.50	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

3.6.5.1.5.2. Determinar el factor de ajuste por vehículos pesados

Como en el caso del factor de ajuste para el ATS los factores de ajuste por la pendiente están dispuestos en base al volumen de demanda, la pendiente y el tipo de terreno

Para determinar el factor de ajuste por vehículos pesados se tiene que realizar dos pasos:

- Se determina el factor de equivalencia para vehículos pesados E_T y vehículos recreacionales (E_R)
- Se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados con la Ecuación 12

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{Ecuación 12}$$

El análisis empezó determinando el factor de equivalencia para el sentido de análisis, el cual es un descenso específico con una pendiente de 5.33%, los datos de la interpolación se obtienen de la **Tabla 25** donde se recomienda redondear próximo al 0.1 y se obtiene los resultados como se muestra a continuación:

Tabla 188: Interpolación del factor de equivalencia en PTSF en el sentido de análisis-situación actual

Tipo de vehículo	Volumen de Demanda	Terreno Ondulado
	300	1.7
Pesado (ET)	316	1.7
	400	1.6
Recreativo (ER)	Todos los Flujos	1.0

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así los factores de equivalencia $E_R = 1.0$ y $E_T = 1.7$

Después se realiza el análisis para el sentido contrario el cual es un ascenso específico con una pendiente de 5.33% y un volumen de demanda de 492 veh/h, los datos de la interpolación se obtienen para los vehículos recreacionales (ER) y para los pesados (ET) de la **Tabla 26**

Tabla 189: Interpolación de factores de equivalencia en PTSF en el sentido de opuesto-situación actual

Pendiente (%)	Longitud (mi)	ET Demanda direccional		
		400	492	500
$\geq 4.5 < 5.5$	1.5	1.2	1.2	1.2
	1.864		1.4	
	2.00	1.6	1.5	1.5
Todos	Todos los flujos	ER 1.0		

Fuente: Elaboración Propia



Obteniendo así los factores de equivalencia $E_R= 1$ y $E_T=1.2$

Una vez determinados los factores de equivalencia se desarrolló la **Ecuación 12**, para el sentido de análisis se tienen los siguientes datos:

PT=0.17 en decimales PR= 0

ET=1.7 ER=1.0

Aplicados resultan:

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + 0.17(1.7 - 1) + 0(1 - 1)} = \frac{1}{1.12} = 0.89$$

Y se obtiene un $f_{HV,PTSF}$ de 0.89

Para el sentido opuesto se tienen los datos

PT=0.17 en decimales PR= 0

ET=1.4 ER=1.0

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + 0.17(1.4 - 1) + 0(1 - 1)} = \frac{1}{1.068} = 0.94$$

Y se obtiene un $f_{HV,PTSF}$ de 0.94

3.6.5.1.5.3. Ajuste del volumen de demanda

Una vez determinado todos los factores de ajuste, se utiliza la ecuación para cada sentido de la carretera:

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}} \tag{Ecuación 11}$$

Siendo $v_{d,ATS}$ en sentido de análisis y $v_{o,ATS}$ en sentido opuesto



Para el sentido de análisis se tienen

$$v_{d,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

Donde $V_d = 316$ (veh/h)

$$f_{g,PTSF} = 0.86$$

$$f_{HV,PTSF} = 0.89$$

$$PHF = 1$$

$$v_{d,ATS} = \frac{316}{1 * 0.86 * 0.89} = \frac{316}{0.765} = 413.07 = 413 \text{ vl/h}$$

Y para el sentido opuesto se tiene:

$$v_{o,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

Donde $V_o = 492$ (veh/h)

$$f_{g,PTSF} = 1.00$$

$$f_{HV,PTSF} = 0.94$$

$$PHF = 1$$

$$v_{o,ATS} = \frac{492}{1 * 1.00 * 0.94} = \frac{492}{0.94} = 523.40 = 523 \text{ vl/h}$$

3.6.5.1.6. Paso 6 Cálculo del Porcentaje de tiempo usado viajando en colas (PTSF)

El proceso de cálculo para determinar el PTSF se realizó a partir de la siguiente ecuación

$$PTSF_i = BPTSF_i + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right) \tag{Ecuación 13}$$

Donde primeramente se debe determinar la base del tiempo perdido en colas BPTSF y el factor de ajuste por zonas de no rebase $f_{np,PTSF}$, todos los demás valores ya han sido determinados en pasos anteriores

3.6.5.1.6.1. Base del Porcentaje de tiempo usado viajando en colas (BPTSF)

Para determinar el BPTSF se utiliza la **Ecuación 14**

$$BPTSF_i = 100[1 - \exp(av_d^b)] \tag{Ecuación 14}$$

Para determinar los valores de las constantes a y b se interpolan los datos de la Tabla 27 y como dato de ingreso es necesario el volumen de demanda Ajustado Opuesto, v_o .

Se calcula primeramente para el sentido de análisis, el cual de acuerdo con el paso 5 se tiene un volumen de demanda ajustado opuesto de 523 vl/h, obteniendo así la tabla de interpolación:

Tabla 190: Interpolación de los coeficientes para el BPTSF en el sentido de análisis -situación actual

Volumen Ajustado Opuesto, v_o	Coficiente a	Coficiente b
400	-0.0022	0.923
523	-0.0029	0.8904
600	-0.0033	0.87

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así un coeficiente $a=-0.0029$ y un coeficiente $b=0.8904$

Luego se procede a calcular en el sentido opuesto el cual tiene un volumen de demanda ajustado opuesto de 413 vl/h dando como resultado

Tabla 191: Interpolación de los coeficientes para el BPTSF en el sentido opuesto – situación actual

Volumen Ajustado Opuesto, v_o	Coficiente a	Coficiente b
400	-0.0022	0.923
413	-0.0023	0.9196
600	-0.0033	0.870

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así un coeficiente $a=-0.0023$ y un coeficiente $b=0.9196$



El siguiente paso consistió en realizar el cálculo del BPTSF mediante la **Ecuación 14**

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)]$$

Dónde: $v = 413$

$$a = -0.0029$$

$$b = 0.8904$$

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-0.0029 * 413^{0.8904})]$$

$$BPTSF_d = 100[1 - 0.5385] = 46.1 \text{ mi/h}$$

Obteniendo para el sentido de análisis un valor de 46.1 mi/h y para el sentido opuesto se realizó el mismo procedimiento:

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)]$$

Dónde: $v = 523$

$$a = -0.0023$$

$$b = 0.9196$$

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-0.0023 * 523^{0.9196})]$$

$$BPTSF_d = 100[1 - 0.4833] = 51.7 \text{ mi/h}$$

Obteniendo un valor de 51.7 mi/h

El siguiente paso consiste en determinar el factor de ajuste por zonas de no adelantamiento

3.6.5.1.6.2. Factor de ajuste por zonas de no adelantamiento

Este factor se interpola de la **Tabla 28** , cabe recalcar que este factor es uno solo para ambos sentidos de análisis, los datos de ingreso son la suma de los volúmenes ajustado de demanda en ambos sentidos v_d+v_o (vl/h), el porcentaje de zonas de no adelantamiento y la división direccional de los carriles, se recomienda redondear el valor determinado al 0.1.

Se realizó un único análisis en el cual la suma de los volúmenes de demandada ajustados $v_d+v_o = (413+523) = 936$ vl/h, en este tramo el porcentaje de zonas de no adelantamiento es 100%, y se tiene una división direccional de 61/39, la interpolación se realiza tres veces utilizando el valor inmediato superior de la división direccional =70 y el valor inmediato inferior =60

Tabla 192: Interpolación del factor de ajuste por zonas de no adelantamiento para PTSF en ambos sentidos -situación actual

Volumen de Demanda Ajustado En ambos sentidos v_i+v_o (vl/h)	Para ambas direcciones de análisis:		
	Porcentaje de zona de no adelantamiento		
	100.00	100.00	100.00
División direccional		60	
800	41.3	41.3	41.3
936		38.1	
1400	27.3	27.3	27.3
División direccional		61	
936		37.6	
División direccional		70	
800	35.5	35.5	35.5
936		32.5	
1400	22.3	22.3	22.3

Fuente: Elaboración Propia

Dando como resultado un $f_{np,PTSF}=37.60$

3.6.5.1.6.3. Determinar el Porcentaje de tiempo usado viajando en colas PTSF

Una vez determinado los datos de ingreso se utiliza la **Ecuación 13**

Donde para el sentido de análisis se tiene

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right)$$

$$BPTSF_d = 46.1$$

$$f_{np,PTSF} = 37.60$$

$$v_{d,PTSF} = 413$$

$$v_{o,PTSF} = 523$$

$$PTSF_d = 46.1 + 37.60 \left(\frac{413}{413 + 523} \right) = 46.1 + 16.59 = 62.70\%$$

Obteniendo así un $PTSF_d = 62.70\%$

El cálculo para el sentido opuesto vendría a ser:

$$PTSF_o = BPTSF_o + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{o,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right)$$

$$BPTSF_o = 51.70$$

$$f_{np,PTSF} = 37.6$$

$$v_{d,PTSF} = 523$$

$$v_{o,PTSF} = 413$$

$$PTSF_o = 51.7 + 37.60 \left(\frac{523}{523 + 413} \right) = 51.70 + 21.00 = 72.70\%$$

Obteniendo así un $PTSF_o = 72.70\%$

De esta manera se obtiene la segunda medida de eficiencia para determinar el nivel de servicio

3.6.5.1.7. Paso 7 Estimando el PFFS

El porcentaje de velocidad a flujo libre solo se aplica para carreteras de Clase III

3.6.5.1.8. Paso 8 Determinar el Nivel de Servicio y la Capacidad

Los criterios de niveles de servicio se muestran en la **Tabla 29** los cuales deben ser comparados. En este análisis usan como medidas de eficacia el ATS (mi/h) y el PTSF (%)

Para el sentido de análisis se tiene

ATS=41.0 (mi/h) y PTSF=62.70(%), los cuales ubicándolos en la tabla se encuentran en:

Tabla 193: Nivel de servicio en el sentido Hacia Urubamba, 2019

Nivel de Servicio	ATS	PTSF	Nivel de Servicio
A	>55	≤ 35	A
B	>50 - 55	> 35 - 50	B
C	>45-50	> 50 - 65 62.7	C
D D	>40-45 41.0	> 65 -80	D
E	≤ 40	> 80	E
Nivel de Servicio Crítico			
D			

Fuente: Elaboración Propia

De los dos niveles de servicio se determinó uno D según el ATS y un C según el PTSF, se elige el más crítico obteniendo así un nivel de servicio D

El mismo procedimiento se realiza para el sentido opuesto con los datos de

ATS=32.20 (mi/h) y PTSF=72.7(%)

Tabla 194: Nivel de servicio en el Hacia Cusco, 2019

Nivel de Servicio	ATS	PTSF	Nivel de Servicio
A	>55	≤ 35	A
B	>50 - 55	> 35 - 50	B
C	>45-50	> 50 - 65	C
D	>40-45	> 65 -80 72.7	D
E	≤ 40 33.2	> 80	E
Nivel de Servicio Crítico			
E			

Fuente: Elaboración Propia

Este mismo procedimiento se realizó en todos los tramos, el análisis computacional se encuentra en el Anexo N°3: Cálculo computacional de la capacidad y nivel de servicio con la metodología del HCM 2010 para carreteras de dos carriles: carretera Chinchero – Urubamba: Año 2019. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 195 Promedio de nivel de servicio para la carretera de dos carriles en el año 2019

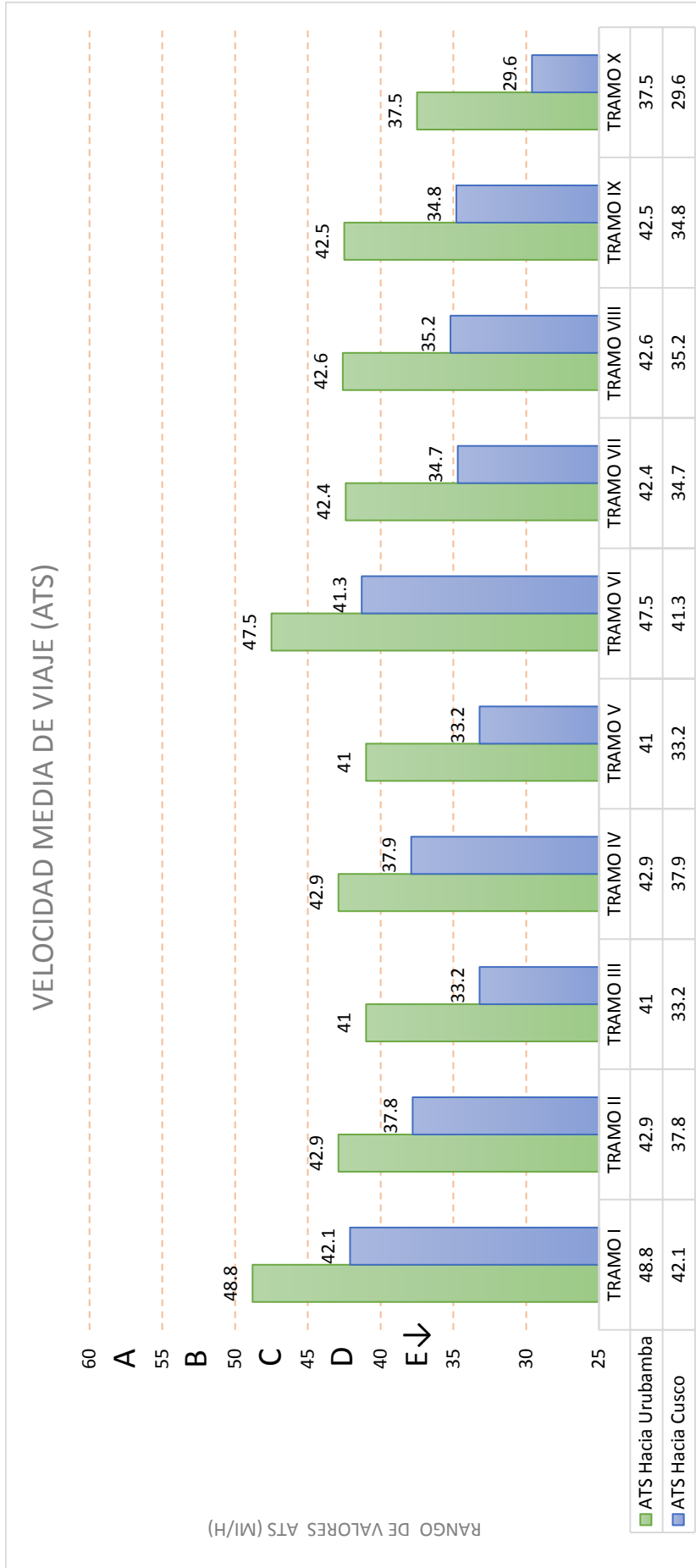
Nivel de servicio carretera de dos carriles en el año 2019						
	Hacia Urubamba	Hacia Cusco	ATS		PTSF	
			Hacia Urubamba	Hacia Cusco	Hacia Urubamba	Hacia Cusco
TRAMO I	316	492	48.8	42.1	53.4	71.0
TRAMO II	316	492	42.9	37.8	52.9	75.3
TRAMO III	316	492	41.0	33.2	62.7	72.7
TRAMO IV	316	492	42.9	37.9	52.7	75.2
TRAMO V	316	492	41.0	33.2	62.7	72.7
TRAMO VI	284	408	47.5	41.3	60.6	71.8
TRAMO VII	284	408	42.4	34.7	62.5	64.5
TRAMO VIII	284	408	42.6	35.2	59.2	60.9
TRAMO IX	284	408	42.5	34.8	62.3	64.3
TRAMO X	284	408	37.5	29.6	61.0	71.4
			PROMEDIO		PROMEDIO	
			42.91	35.98	59	69.98
			D	E	C	D

Fuente: Elaboración propia

3.6.5.2. Diagrama

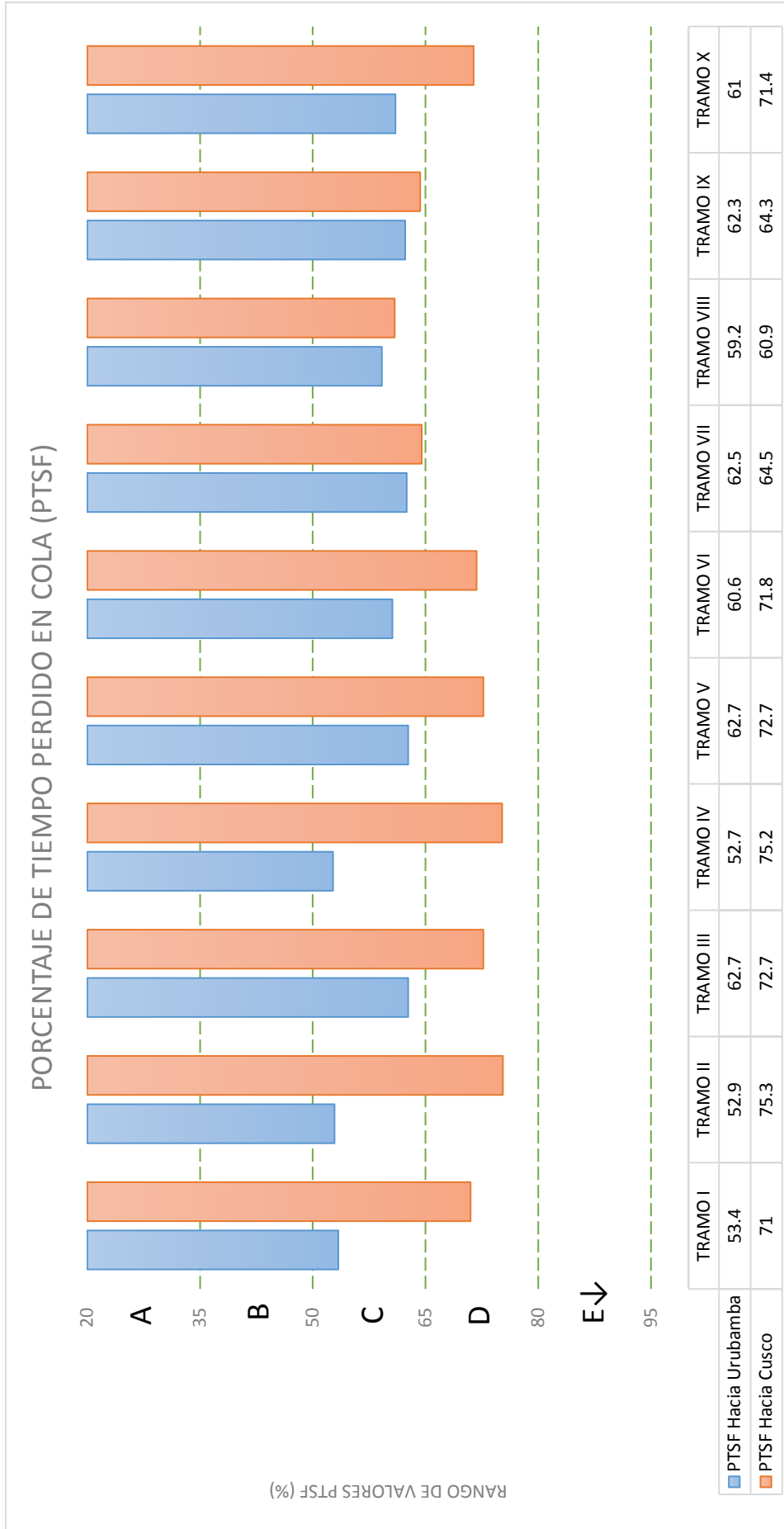
Los siguientes diagramas muestran las medidas de eficacia ATS Y PTSF obtenidas en cada sentido de análisis y en cada tramo, y el rango de nivel de servicio en cual se encuentran.

Tabla 196: Resultados del análisis de nivel de servicio en ATS de la carretera de dos carriles Chinchero-Urubamba en el año 2019



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 197: Resultados del análisis de nivel de servicio en PTSF de la carretera de dos carriles Chinchero-Urubamba en el año 2019



Fuente: Elaboración Propia

3.6.5.3. Análisis de la prueba

La metodología aplicada dio como resultado los siguientes datos:

Tabla 198: Resultados del nivel de servicio en la situación actual de la carretera Chinchero – Urubamba ,2019

	ATS		PTSF		Nivel de Servicio Crítico	
	Hacia Urubamba	Hacia Cusco	Hacia Urubamba	Hacia Cusco	Hacia Urubamba	Hacia Cusco
TRAMO I	C	D	C	D	C	D
TRAMO II	D	E	C	D	D	E
TRAMO III	D	E	C	D	D	E
TRAMO IV	D	E	C	D	D	E
TRAMO V	D	E	C	D	D	E
TRAMO VI	C	D	C	D	C	D
TRAMO VII	D	E	C	C	D	E
TRAMO VIII	D	E	C	C	D	E
TRAMO IX	D	E	C	C	D	E
TRAMO X	E	E	C	D	E	E

Fuente: Elaboración Propia

De estos resultados se concluye que el nivel de servicio promedio de la carretera con respecto al ATS es un nivel de servicio clase D hacia Urubamba y E hacia Cusco, estos niveles reflejan el porcentaje elevado de vehículos pesados los cuales reducen en gran medida la velocidad desarrollada por todos los vehículos, a su vez el nivel de servicio promedio respecto a PTSF es hacia Urubamba C y hacia Cusco D este nivel de servicio refleja la existencia de colas de vehículos producto de la imposibilidad de adelantamiento por la geometría de la carretera en algunos puntos críticos como el Tramo X donde la gran existencia de curvas impide el adelantamiento.

3.6.6. Nivel de servicio en carretera de dos carriles, con la puesta en marcha del Aeropuerto Internacional de Chinchero, año 2021

3.6.6.1. Procesamiento

El siguiente análisis se hizo con el motivo de cumplir con el objetivo de determinar el Nivel de servicio de la carretera Chinchero- Urubamba con la puesta en marcha del AICC.

Como ejemplo se continuará analizando el Tramo III con el Transito proyectado para el 2021 (Transito Futuro + Transito Generado) el procedimiento de cálculo de los demás tramos se encuentra en el Anexo III

3.6.6.1.1. Paso1: Ingreso de Datos

Primeramente, se recopiló todos los datos como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 199: Recopilación de datos geométricos y de transito 2021

SISTEMA MÉTRICO					
Datos Geométricos			Datos de Tránsito		
Clasificación de Carretera	I			Volumen en el Sentido de Análisis	
Ancho de Carril	3.00	m	Volumen en el Sentido Opuesto	541	veh/h
Ancho de Berma	0.30	m	Factor de Hora Punta (PHF)	1	
Densidad de puntos de acceso	1	Punto/km	División direccional	61/39	
Terreno	Ondulado		% De Vehículos Pesados	17	%
% De zona de no adelantamiento	100	%	% De Vehículos Recreacionales	0	%
Longitud del segmento	3.00	km	FFS, medido en campo	92.30	km/h
Pendiente del Segmento	5.33	%	FFS, opuesto	82.66	km/h
Sentido del Flujo de Análisis	Descenso				

Fuente: Elaboración propia

El *Highway Capacity Manual 2010* se encuentra en unidades imperiales por lo cual se calculó todos los datos en este sistema de medidas, el (Transportation Research Board, 2010) indica los factores de conversión en la siguiente tabla

Tabla 200: Conversión de unidades métricas

Símbolo	Cuando tú conoces	Muúltiplicalo por	Para encontrar	Símbolo
in.	Pulgadas	25.4	Milímetros	mm
ft	Pies	0.305	Metros	mm
yd	Yardas	0.914	Metros	mm
mi	Millas	1.61	Kilómetros	km

Fuente: (Transportation Research Board, 2010)

Aplicando los factores de conversión para cada medida se obtiene la siguiente tabla con los datos geométricos y de tránsito en el sistema de medida imperial:

Tabla 201 Recopilación de datos geométricos y de tránsito en el sistema imperial

SISTEMA IMPERIAL					
Datos Geométricos			Datos de Tránsito		
Clasificación de Carretera	I			Volumen en el Sentido de Análisis	
Ancho de Carril	9.843	ft	Volumen en el Sentido Opuesto	541	veh/h
Ancho de Berma	0.984	ft	Factor de Hora Punta (PHF)	1	
Densidad de puntos de acceso	2	Punto/mi	División direccional	61/39	
Terreno	Ondulado		% De Vehículos Pesados	17	%
% De zona de no adelantamiento	100	%	% De Vehículos Recreacionales	0	%
Longitud del segmento	1.864	mi	FFS, medido en campo	57.353	mi/h
Pendiente del Segmento	5.33	%	FFS, opuesto	51.363	mi/h
Sentido del Flujo de Análisis	Descenso				

Fuente: Elaboración propia

3.6.6.1.2. Paso 2: Estimando la velocidad de flujo libre (FFS)

La velocidad de flujo libre fue medida directamente en campo, analizada para cada sentido hacia Cusco y hacia Urubamba basada en una muestra de 140 y 120 vehículos

Siendo los siguientes valores:

FFS Hacia Urubamba = 92.30 km/h (57.353 mi/h)

FFS Hacia Cusco = 82.66 km/h (51.363 mi/h)

3.6.6.1.3. Paso 3: Ajuste de la demanda para determinar la velocidad media de viaje (ATS)

El volumen de demanda debe ser ajustado a vehículos ligeros por hora y en condiciones base, este procedimiento se realiza con la **Ecuación 7**

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Se debe realizar este ajuste a cada sentido del flujo hacia Urubamba y hacia Cusco, para este cálculo se tomó como sentido de análisis “d” Hacia Urubamba y como sentido opuesto “o”, Hacia Cusco, donde los volúmenes de demanda eran: $V_d = 351$ veh/h y $V_o = 541$ veh/h.

Los volúmenes fueron tomados cada 15 minutos y fueron generados a partir de la tasa de demanda crítica por lo cual el factor de hora punta PHF es igual a 1

El factor de ajuste por pendiente $f_{g,ATS}$ se halla desde la **Tabla 16** o la **Tabla 17** dependiendo del sentido de análisis, del tipo de terreno y la pendiente,

3.6.6.1.3.1. Determinar el factor de ajuste por pendiente

Primeramente, se analizó en el sentido de análisis, en este caso es un descenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 351 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 16**, estos datos fueron interpolados mediante el uso de la formula clásica lineal que está dada por:

$$y = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} * (y_2 - y_1) + y_1$$

Los datos extraídos de la **Tabla 16** son los siguientes:

Tabla 202: Datos necesarios para determinar el factor de ajuste por la pendiente para ATS -2021

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.83
351	x
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

El valor resultante de la interpolación se debe redondear al valor cercano al 0.01

$$y = \frac{(351 - 300)}{(400 - 300)} * (0.9 - 0.83) + 0.83 = 0.866 = 0.87$$

Obteniendo así el valor de $f_{g,ATS}=0.87$

Tabla 203: Interpolación del factor de ajuste por la pendiente del sentido de análisis 2021

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.83
351	0.87
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

Como segundo paso de esta sección se analiza el sentido opuestos, en este caso es un ascenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 541 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 17**, obteniendo el valor de $f_{g,ATS}=0.88$

Tabla 204: Interpolación del factor de ajuste por la pendiente en ascenso específico para ATS en el sentido opuesto 2021

Pendiente%	Longitud (mi)	Volumen de demanda, V		
		500	541	600
≥ 4.5 <5.5	1.5	0.88	0.89	0.9
	1.86		0.88	
	2.00	0.87	0.88	0.89

Fuente: Elaboración Propia

3.6.6.1.3.2. Determinar el factor de ajuste por vehículos pesados

Como se expuso en el marco teórico los vehículos pesados reducen la velocidad media de los vehículos, es por ese motivo que se debe realizar un ajuste por la presencia de este tipo de vehículos. Para determinar el factor de ajuste por vehículos pesados se tiene que realizar dos pasos:

- Se determina el factor de equivalencia para vehículos pesados E_T y vehículos recreacionales (E_R)
- Se calcula el factor de ajuste por vehículos pesados con la **Ecuación 8**

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{Ecuación 8}$$

El factor de equivalencia depende del volumen de demanda del sentido en análisis, el tipo de terreno y la pendiente.

Primeramente, se determinó el factor de equivalencia para el sentido de análisis, el cual es un descenso específico con una pendiente de 5.33%, los datos de la interpolación se obtienen de la **Tabla 18** donde se recomienda redondear próximo al 0.1 y se obtiene los resultados como se muestra a continuación:

Tabla 205: Interpolación del factor de equivalencia en descenso específico para ATS en el sentido de análisis 2021

Tipo de vehículo	VHMD Vd	Terreno Ondulado
Pesado (ET)	300	2.1
	351	2.0
Recreativo (ER)	400	2.0
	Todos los Flujos	1.1

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así los factores de equivalencia $E_R = 1.1$ y $E_T = 2.0$

Siguiendo el proceso se realizó el análisis para el sentido contrario, con un ascenso específico de pendiente igual a 5.33% y un volumen de demanda de 541 veh/h, los datos para la

interpolación se obtienen para los vehículos recreacionales (E_R) de la **Tabla 19** y para los pesados (E_T) de la **Tabla 20** y se muestran a continuación:

Tabla 206: Interpolación del factor de equivalencia para vehículos recreacionales (E_r) para ATS en el sentido opuesto 2021

Pendiente (%)	Longitud (mi)	Factor ER VHMD V		
		500	541	600
$\geq 4.5 < 5.5$	≤ 2.50	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 207: Interpolación del factor de equivalencia para vehículos pesados (E_t) para ATS en el sentido opuesto 2021

Pendiente (%)	Longitud (mi)	Factor ET Volumen de demanda V		
		500	541	600
$\geq 4.5 < 5.5$	1.5	10.5	10.5	10.4
	1.864		11.3	
	2.00	11.6	11.6	11.60

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo así los factores de equivalencia $E_R = 1.0$ y $E_T = 11.3$

Una vez determinados los factores de equivalencia se desarrolla la **Ecuación 8**

Para el sentido de análisis se tienen los siguientes datos:

PT=0.17 en decimales PR= 0
 ET=2.0 ER=1.1

Aplicados resultan:

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.17(2.0 - 1) + 0(1.1 - 1)} = \frac{1}{1.17} = 0.855$$

Y se obtiene un $f_{HV,ATS}$ de 0.855

Para el sentido opuesto se tienen los datos

PT=0.17 en decimales PR= 0
 ET=11.3 ER=1

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + 0.17(11.3 - 1) + 0(1 - 1)} = \frac{1}{2.75} = 0.364$$

Y se obtiene un $f_{HV,ATS}$ de 0.364

3.6.6.1.3.3. Ajuste del volumen de demanda

Una vez determinado todos los factores de ajuste se aplicó la **Ecuación 7** para cada sentido de la carretera:

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad \text{Ecuación 7}$$

Siendo $v_{d,ATS}$ en sentido de análisis y $v_{o,ATS}$ en sentido opuesto

Para el sentido de análisis se tienen

$$v_{d,ATS} = \frac{V_d}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde $V_d = 351$ (veh/h)

$$f_{g,ATS} = 0.87$$

$$f_{HV,ATS} = 0.855$$

$$PHF = 1$$

$$v_{d,ATS} = \frac{351}{1 * 0.87 * 0.855} = \frac{351}{0.74385} = 471.869 = 472 \text{ vl/h}$$

Y para el sentido opuesto se tiene:

$$v_{o,ATS} = \frac{V_o}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde $V_o = 541$ (veh/h)

$$f_{g,ATS} = 0.88$$

$$f_{HV,ATS} = 0.364$$

$$PHF = 1$$

$$v_{o,ATS} = \frac{541}{1 * 0.88 * 0.364} = \frac{541}{0.32032} = 1688.936 = 1689 \text{ vl/h}$$

3.6.6.1.4. Paso 4 Cálculo de la velocidad promedio de viaje (ATS)

El ATS se calcula para carreteras de Clase I a partir de la siguiente ecuación

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \tag{Ecuación 10}$$

Donde todos los valores anteriores ya han sido hallados previamente, excepto el factor de ajuste por zonas de no adelantamiento $f_{np,ATS}$, este factor se obtiene con el volumen de demanda ajustado opuesto, y el porcentaje de zonas de no adelantamiento de la **Tabla 22**, interpolando los datos se obtiene para el sentido de análisis:

Tabla 208: Interpolación del factor de ajuste por el porcentaje de zonas de no adelantamiento en el sentido Hacia Urubamba-2021

Volumen Ajustado Opuesto v_o (vl/h)	Porcentaje de zonas de no adelantamiento		
	100	100	100
FFS=	55.00		
≥ 1600	0.7	0.7	0.7
1689		0.7	
≥ 1600	0.7	0.7	0.7
FFS=	57.35		
1689		0.7	
FFS=	60.00		
≥ 1600	0.7	0.7	0.7
1689		0.7	
≥ 1600	0.7	0.7	0.7

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la tabla primeramente se realizó la interpolación en la subsección del FFS menor al del análisis (55) obteniendo un valor de 0.70, posteriormente a la subsección mayor al del análisis (60) se obtuvo un valor de 0.70 y finalmente una interpolación entre estos valores y un FFS de 57.35 obteniendo un valor de 0.70. El mismo procedimiento se realizó para el sentido opuesto teniendo así:

Tabla 209: Interpolación del factor de ajuste por zonas de no adelantamiento para ATS Hacia Cusco

Volumen Ajustado Opuesto v_d (vl/h)	Porcentaje de zonas de no adelantamiento		
	100	100	100
FFS=	50.00		
400	2.7	2.7	2.7
472		2.4	
600	1.9	1.9	1.9
FFS=	51.36		
472		2.4	
FFS=	55.00		
400	2.8	2.8	2.8
472		2.5	
600	1.9	1.9	1.9

Fuente: Elaboración Propia



Una vez determinado todos los valores se aplicó **Ecuación 10** para determinar el ATS con la

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

$$FFS = 57.353$$

$$v_{d,ATS} = 472$$

$$v_{o,ATS} = 1689$$

$$f_{np,ATS} = 0.70$$

$$ATS_d = 57.353 - 0.00776(472 + 1689) - 0.7 = 57.353 - 16.799 - 0.7 = 39.9 \text{ mi/h}$$

En el sentido opuesto se tiene:

$$ATS_o = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

$$FFS = 51.363$$

$$v_{d,ATS} = 472$$

$$v_{o,ATS} = 1689$$

$$f_{np,ATS} = 2.4$$

$$ATS_o = 51.363 - 0.00776(472 + 1689) - 2.4 = 51.356 - 16.769 - 2.4 = 32.2 \text{ mi/h}$$

De esta manera se obtiene una medida de eficacia para determinar el nivel de servicio según el ATS, los siguientes pasos contemplan el cálculo de la siguiente medida PTSF

3.6.6.1.5. Paso 5: Ajuste de la demanda para determinar el Porcentaje de tiempo usado viajando en colas (PTSF)

El proceso matemático es estructuralmente similar al cálculo de la velocidad promedio de viaje (ATS), pero se utilizan diferentes factores de ajuste.

El volumen de demanda debe ser ajustado a vehículos ligeros por hora y en condiciones base, este procedimiento se realiza con la **Ecuación 11**

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Se debe realizar este ajuste a cada sentido del flujo hacia Urubamba y hacia Cusco, para este cálculo se tomó como sentido de análisis “d” Hacia Urubamba y como sentido opuesto “o” Hacia Cusco, donde se tiene volúmenes de $V_d = 351$ veh/h y $V_o = 541$ veh/h.

Los volúmenes fueron tomados cada 15 minutos y fueron generados a partir de la tasa de demanda crítica por lo cual el factor de hora punta PHF es igual a 1

El factor de ajuste por pendiente $f_{g,PTSF}$ se halla desde la **Tabla 23** y la **Tabla 24** dependiendo del sentido de análisis, del tipo de terreno y la pendiente,

3.6.6.1.5.1. Determinar el factor de ajuste por pendiente

Primeramente, se analizó en el sentido de análisis, en este caso es un descenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 316 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 23** estos datos tienen que ser interpolados

Para la interpolación se utilizó la fórmula clásica lineal que está dado por:

$$y = \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} * (y_2 - y_1) + y_1$$

Los datos extraídos de la Tabla 23 son los siguientes

Tabla 210: Datos necesarios para determinar el factor de ajuste por pendiente para PTSF -2021

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.85
316	x
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

La interpolación se redondeó al valor cercano al 0.01 como se muestra a continuación:

$$y = \frac{(351 - 300)}{(400 - 300)} * (0.9 - 0.85) + 0.85 = 0.876 = 0.88$$

Obteniendo así el valor de $f_{g,PTSF} = 0.88$

Tabla 211: Interpolación del factor de ajuste por pendiente en el sentido de análisis para PTSF -2021

Volumen de demanda En una dirección	Terreno Ondulado
300	0.85
351	0.88
400	0.90

Fuente: Elaboración Propia

Como segundo paso de esta sección se analiza el sentido opuestos, en este caso es un ascenso específico con una pendiente del 5.33% y un volumen de demanda de 541 veh/h por lo cual se utilizó los datos de la **Tabla 24** obteniendo el valor de $f_{g,ATS} = 1.00$

Tabla 212: Interpolación del factor de ajuste por pendiente en el sentido opuesto para PTSF – 2021

Pendiente%	Longitud (mi)	Volumen de demanda, Vo		
		500	541	600
≥ 4.5 < 5.5	≥ 0.50	1.00	1.00	1.00
	1.864		1.00	
	≥ 0.50	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia