



PERÚ

Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

CARGO

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

NOTA INFORMATIVA N° 655 -2021-CDC/MINSA

A : M.C.
GUSTAVO ROSELL DE ALMEIDA
Viceministro de Salud Pública
Ministerio de Salud

Asunto : Remito Informe Técnico N° 130-2021

Fecha : Lima, 22 NOV. 2021



✓ 21-143817-001

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez remito el Informe Técnico N°130-2021, correspondiente a la proyección de escenarios de la tercera ola de COVID-19 en el Perú, el cual ha sido elaborado por el equipo técnico del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades – CDC Perú, para su conocimiento y fines pertinentes.

Sin otro particular, es propicia la oportunidad de expresar los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,



MINISTERIO DE SALUD
CENTRO NACIONAL DE EPIDEMIOLOGÍA, PREVENCIÓN
Y CONTROL DE ENFERMEDADES - CDC

JULIO M. RUIZ OLANO
Director General

JMRO/CME/MRV/hsII



BICENTENARIO
PERÚ 2021

**PERÚ****Ministerio
de Salud****Viceministerio
de Salud Pública****Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

INFORME TÉCNICO

PROYECCIÓN DE ESCENARIOS DE LA TERCERA OLA DE COVID-19 EN EL PERÚ

CODIGO: IT - CDC N°130-2021

I. ANTECEDENTES

De acuerdo con las fases de una pandemia, el Perú se encuentra en la fase post pico donde se pueden presentar eventos concurrentes como brotes no relacionados a una tercera ola, o una tercera ola de igual o mayor magnitud que la primera y la segunda (1, 2). Es importante resaltar que debido a la incertidumbre que se tiene sobre este virus es difícil hacer una predicción exacta de lo que va a suceder el próximo año o en las siguientes semanas, porque están involucradas varias variables sobre las cuales no hay certeza (3-7). Lamentablemente, el futuro de la pandemia de la enfermedad por el coronavirus (COVID-19) tiene mucha incertidumbre debido a que muchas cosas se desconocen aún.

Un aspecto importante para tener en cuenta es si las personas desarrollan inmunidad duradera al virus(8), porque de esto depende si se logrará alcanzar fácilmente el umbral de la inmunidad de rebaño(4). Es decir, "la protección indirecta contra el virus que se produce cuando un porcentaje suficiente de una población se ha vuelto inmune a una infección, ya sea por vacunación o por infecciones previas, lo que reduce la probabilidad de infección para las personas que carecen de inmunidad"(4, 8, 9). Si la inmunidad contra el SARS-Cov-2 es duradera, la inmunidad de rebaño de 60 a 70% se podría alcanzar a través de campañas masivas de vacunación, con vacunas de alta efectividad(10).

Por otro lado, si las personas no desarrollan inmunidad duradera, es decir solo es temporal. En este escenario se presentarán brotes anuales o bianuales, dependiendo si la inmunidad dura menos de 40 o 100 semanas, respectivamente(11). Se sabe que los anticuerpos frente a otros coronavirus disminuyen con el tiempo (rango: 12 a 52 semanas desde el inicio de los síntomas) y se han demostrado casos de reinfección (12). Con respecto al SARS-Cov-2, la detección de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 no indica una inmunidad protectora directa y aún no se han establecido correlaciones de protección para la COVID-19.

Además, algunos estudios muestran que la cantidad de anticuerpos alcanzan su punto máximo en los días posteriores a la aparición de los síntomas y luego comienzan a disminuir, hasta que los anticuerpos se hacen prácticamente indetectables en unos tres meses(13, 14). Sin embargo, muchos inmunólogos piensan que este hecho es una respuesta perfectamente normal a una infección viral(15), porque incluso si los niveles de anticuerpos descienden a niveles extremadamente bajos, las células B de memoria permanecen en la médula ósea hasta que regresa el virus, cuando adquieren una nueva identidad como células plasmáticas productoras de anticuerpos(16). Aún hay mucho que investigar en los aspectos relacionados a la inmunidad.

Otro aspecto clave, es la respuesta del gobierno y de los ciudadanos en la prevención de esta enfermedad, más aún en el escenario actual en el cual no todas las regiones del país tienen un nivel de avance similar respecto a la cobertura de vacunación (17). Por lo que es importante que las personas continúen con el cumplimiento del uso de mascarillas, así como el lavado de manos y el distanciamiento físico (7, 18, 19).

El cambio de comportamiento de la población es esencial y puede ayudar a prevenir nuevas infecciones (20, 21), pero este debe ser acompañado por el soporte del gobierno, implementando estrategias de cambio de comportamiento apoyadas en las ciencias sociales y del comportamiento (6, 21, 22). Por lo que la respuesta actual debe priorizar el fortalecimiento de la comunicación efectiva, el marketing social, y las intervenciones que lleven a que la población adopte las medidas preventivas para reducir el riesgo de infección y por ende de complicarse y morir.

Finalmente, el futuro de la pandemia de SARS-Cov-2, se encuentra en manos de cada uno de los ciudadanos que cumplan responsablemente las medidas preventivas y en la acción del gobierno





PERÚ

Ministerio
de SaludViceministerio
de Salud PúblicaCentro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

que brinde las facilidades para que estas medidas se cumplan. En este contexto de gran incertidumbre, es necesario contar con estimaciones de algunos escenarios que orienten las acciones futuras sobre esta pandemia. Pero es necesario señalar que estos escenarios que a continuación se describirán, no son proyecciones exactas de lo que sucederá, sino solo una aproximación a lo que podría suceder teniendo cuenta algunos supuestos claves.

II. SITUACIÓN

Como se observa en la figura 01, la curva epidémica nacional de COVID-19 mantiene una tendencia estacionaria, con un ligero incremento que inicia en la semana 43 (sin considerar las dos últimas semanas), en las últimas semanas, el R_t ha fluctuado por debajo y encima de 1. El valor actual del R_t es de 0.99 (IC 95% 0.97 a 1.01) a nivel nacional, el R_t en las regiones del país está por encima de 1, a excepción de Loreto, Arequipa, La Libertad, Lambayeque, Lima Metropolitana, Cusco, Ayacucho, Pasco y Puno (Ver Figura 2). Además, la mortalidad por COVID-19 y el exceso de mortalidad también presenta un descenso sostenido. Finalmente, las hospitalizaciones de pacientes COVID-19, así como las hospitalizaciones en UCI con tendencia al descenso.

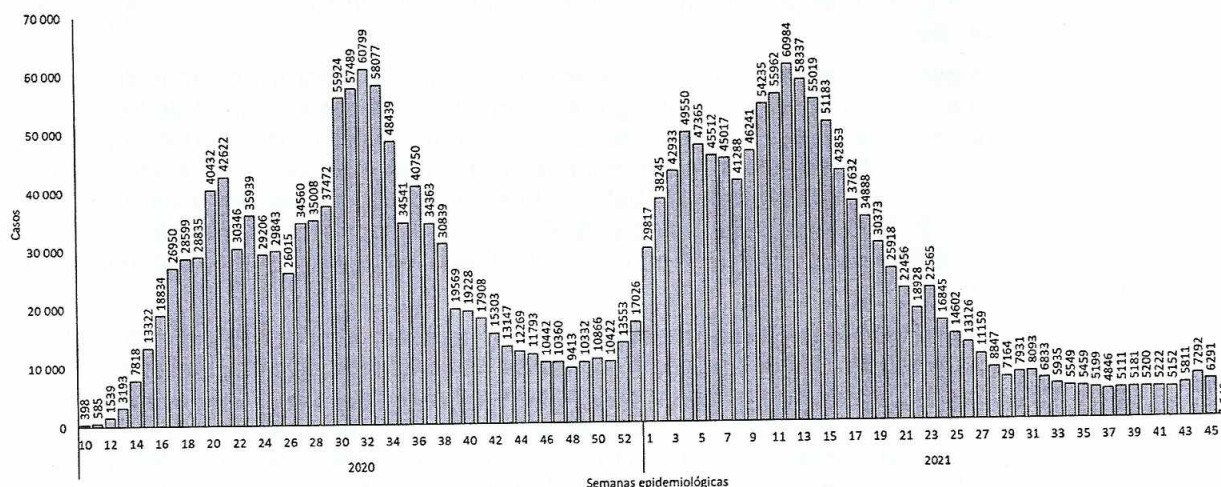


Figura 01. Tendencia de casos confirmados de COVID-19, por fecha de inicio de síntomas, Perú 2020 – 2021

Elaborado por: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA

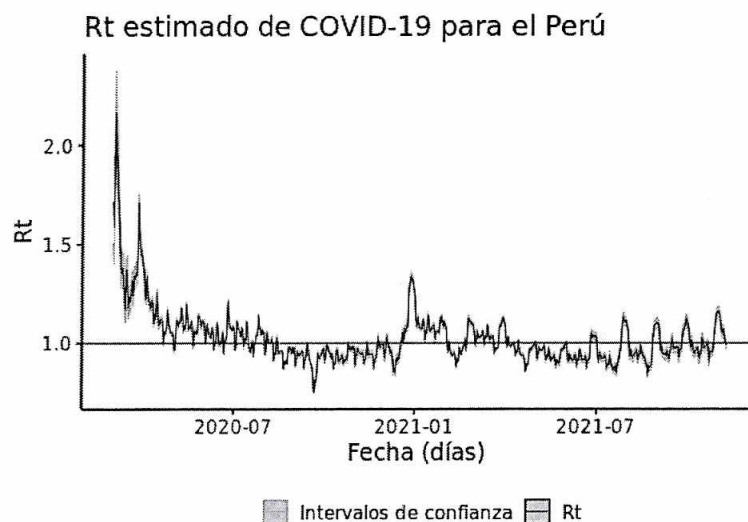
Fuente: Netlab INS/SISCOVID.

* Hasta el 21 de noviembre del 2021

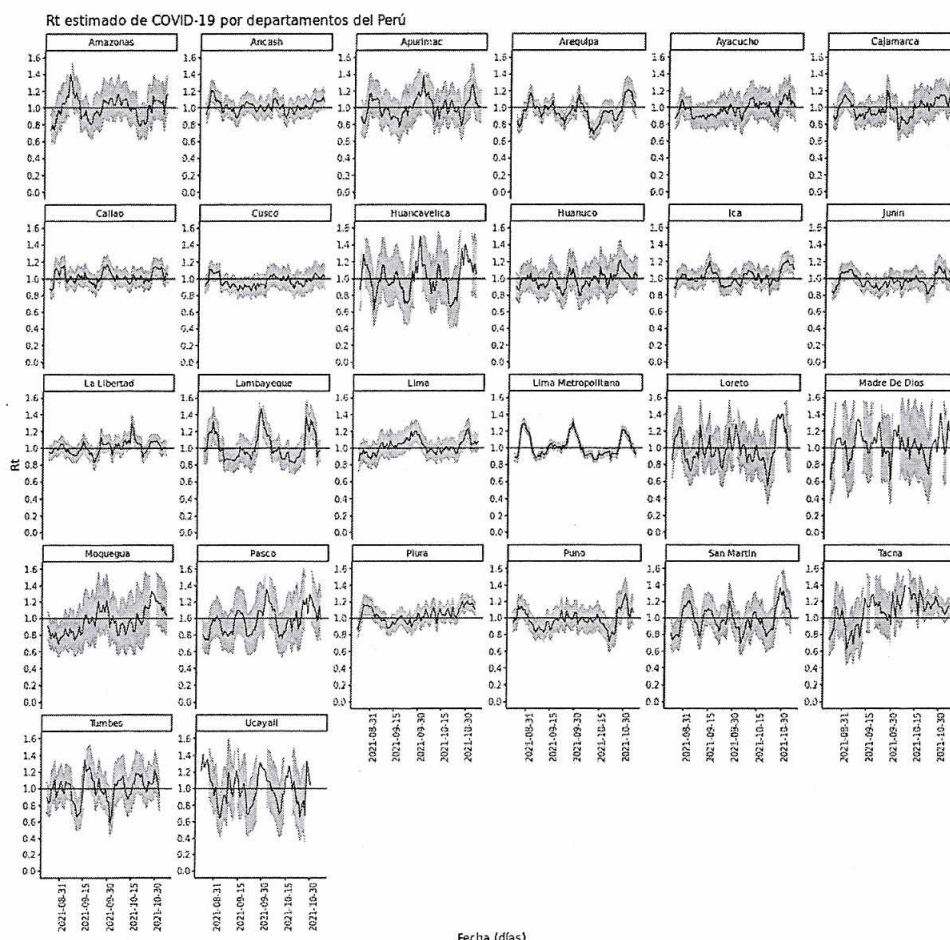
De acuerdo con las simulaciones de los modelos matemáticos que se vienen realizando en este Centro Nacional, se estima que en los próximos meses continuará la actividad epidémica, si es que se mantiene el contexto actual. En este contexto, un punto clave para tener una idea de que ocurrirá en la tercera ola pandémica, es determinar el impacto de la pandemia de COVID-19 sobre las regiones del país, mediante la seroprevalencia de COVID-19 y la cobertura de vacunación, para estimar cuan cerca estamos frente a la inmunidad de rebaño.

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Figura 02. Rt estimado de COVID-19, para el Perú y departamentos 2020 – 2021



Elaborado por: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA
* Hasta el 21 de noviembre del 2021



Elaborado por: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA
* Hasta el 21 de noviembre del 2021

**PERÚ****Ministerio
de Salud****Viceministerio
de Salud Pública****Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Pero como se comentó líneas atrás, el umbral de la inmunidad de rebaño es discutible, pero lo que es cierto es que al menos el 50% de la población debe generar inmunidad duradera o parcial (5) ya sea por infección natural o por vacunación para que la epidemia se interrumpa. Si la población infectada desarrolla inmunidad duradera entonces la epidemia se podría erradicar o eliminar, pero si no es así, esta pandemia tendrá un comportamiento estacional o bianual dependiendo de cuanto duren los anticuerpos neutralizantes o la inmunidad celular protectora.

En este contexto, si ocurriera una tercera ola, con la información actual no podemos estar seguros de cuantos casos de COVID-19 se presentarán exactamente. Pero, podemos estimar escenarios en función a cuanto nos falta para llegar al umbral de la inmunidad de rebaño (50% o más en cada región) en base al número reproductivo básico (R_0) o al R_t estimado para cada región, la prevalencia de SARS-Cov-2 estimada por los estudios de prevalencia en algunas regiones o la positividad acumulada como un proxy de esta prevalencia y la cantidad de vacunados con segunda dosis. A partir del porcentaje de la población que falta para llegar al umbral de la inmunidad de rebaño podríamos estimar los casos, los hospitalizados, los pacientes en UCI y los fallecidos. Obviamente bajo el supuesto de que la inmunidad de las personas que se han infectado en la primera y segunda ola se mantiene al menos hasta el otro año. Las estimaciones se realizarán en función a los datos disponibles de cada región con que cuenta este Centro Nacional a través de la vigilancia epidemiológica hasta la fecha. Es importante tener en cuenta que esta información tiene cierto grado de incertidumbre porque estos datos no son exactos, pero suficientes para aproximarnos a lo que podría suceder.

III. METODOLOGÍA

Se han realizado los cálculos de probables escenarios que se espera para una posible tercera ola de la COVID-19, a continuación, se detalla la metodología:

- Seroprevalencia estimada (calculada entre el primer y segundo estudio de seroprevalencia realizada por las regiones, en su defecto se multiplicó por 2 porque en el tercer estudio realizado en Lima se ha observado una duplicación de la seroprevalencia)
- Infectados (la multiplicación entre prevalencia estimada y la población)
- Susceptibles (población menos infectados)
- Vacunados protegidos (dato proporcionado por inmunizaciones)
- Susceptibles finales (susceptibles menos vacunados protegidos)
- Reinfecciones, considerar el 1% de los infectados en un escenario conservador y 5% en el peor de los escenarios.
- Casos (susceptibles finales multiplicado por la tasa de ataque)
- Casos totales (suma de las reinfecciones y casos)
- Casos sintomáticos 80% (casos totales se multiplica por la constante 0,8%)
- Hospitalizados (se calculará el 20 %; casos sintomáticos multiplicado por 0,2)
- Hospitalizados en UCI (se calculará el 5%; casos hospitalizados multiplicado por 0,05)
- Fallecidos (se considera los casos sintomáticos multiplicado con el resultado de los parámetros (casos, hospitalizados, proporción de hospitalizados, hospitalizados UCI, proporción de hospitalizados en UCI y la letalidad) obtenidos de la vigilancia epidemiológica.

Se anexan los resultados por regiones según cada escenario.





PERÚ
Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tabla 1: Escenario más conservador

Departamento	Población	Prevalencia estimada	infectados	Susceptibles	Vacunados protegidos	Susceptibles finales	*Reinfecciones (1%)	Casos	Casos totales	Casos sintomáticos (80% del total de casos)	Hospitalizados (20%)	hospitalización en UCI (5%)	Fallecidos
Amazonas	426 806	0,33	140 846	285 960	176 688	109 272	1 408	27 318	28 726	22 981	4 596	230	224
Ancash	1 180 638	0,42	495 868	684 770	681 379	3 391	4 959	848	5 806	4 645	929	46	101
Apuímac	430 736	0,35	150 758	279 978	226 283	53 695	1 508	13 424	14 931	11 945	2 389	119	171
Arequipa	1 497 438	0,39	584 001	913 437	912 126	1 311	5 840	328	6 168	4 934	987	49	105
Áyacucho	668 213	0,37	247 239	420 974	269 663	151 311	2 472	37 828	40 300	32 240	6 448	322	512
Cajamarca	1 453 711	0,48	697 781	755 930	669 703	86 227	6 978	21 557	28 534	22 828	4 566	228	356
Callao	1 129 854	0,30	338 956	790 898	786 274	4 624	3 390	1 156	4 546	3 636	727	36	91
Cusco	1 357 075	0,30	407 123	949 953	666 653	283 300	4 071	70 825	74 896	59 917	11 983	599	974
Huancavelica	365 317	0,34	124 208	241 109	156 888	84 221	1 242	21 055	22 297	17 838	3 568	178	320
Huánuco	760 267	0,35	266 093	494 174	302 869	191 305	2 661	47 826	50 487	40 390	8 078	404	767
Ica	975 182	0,41	399 825	575 357	568 193	7 164	3 998	1 791	5 789	4 631	926	46	166
Junín	1 361 467	0,39	524 165	837 302	750 334	86 968	5 242	21 742	26 984	21 587	4 317	216	450
La Libertad	2 016 771	0,48	957 966	1 058 805	1 012 181	46 624	9 580	11 656	21 236	16 988	3 398	170	496
Lambayeque	1 310 785	0,50	655 393	655 393	649 406	5 987	6 554	1 497	8 051	6 440	1 288	64	229
Lima Metropolitana	9 612 705	0,38	3 652 828	5 959 877	5 941 696	18 181	36 528	4 545	41 074	32 859	6 572	329	1 427
Lima provincias	1 015 765	0,31	314 887	700 878	592 393	108 485	3 149	27 121	30 270	24 216	4 843	242	1 157
Loreto	1 027 559	0,69	709 016	318 543	315 968	2 575	7 090	644	7 734	6 187	1 237	62	144
Madre de Dios	173 811	0,67	116 801	57 010	56 261	749	1 168	187	1 355	1 084	217	11	15
Moquegua	192 740	0,39	74 205	118 535	118 083	452	742	113	855	684	137	7	9
Pasco	271 904	0,30	81 571	190 333	136 916	53 417	816	13 354	14 170	11 336	2 267	113	188
Piura	2 047 954	0,49	1 007 593	1 040 361	970 195	70 166	10 076	17 541	27 617	22 094	4 419	221	762
Puno	1 237 997	0,55	674 708	563 289	385 793	177 496	6 747	44 374	51 121	40 897	8 179	409	1 059
San Martín	899 648	0,55	493 907	405 741	405 026	715	4 939	179	5 118	4 094	819	41	62
Tacna	370 974	0,37	137 260	233 714	218 793	14 921	1 373	3 730	5 103	4 082	816	41	67
Tumbes	251 521	0,46	115 700	135 821	131 372	4 449	1 157	1 112	2 269	1 815	363	18	39
Ucayali	589 110	0,66	389 991	199 119	198 576	543	3 900	136	4 036	3 229	646	32	77
TOTAL	32 625 948		13 758 688	18 867 260	17 299 712	1 567 548	137 587	391 887	529 474	423 579	84 716	4 236	9 966

* Vitale J, Mumoli N, Clerici P, De Paschale M, Evangelista I, Ceil M, et al. Assessment of SARS-CoV-2 Reinfection 1 Year After Primary Infection in a Population in Lombardy, Italy. JAMA Intern Med. 2021.

* Qureshi AI, Baskett WI, Huang W, Lobanova I, Hasan Naqvi S, Shyu C-R. Reinfection With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in Patients Undergoing Serial Laboratory Testing. Clinical Infectious Diseases. 2021.

* Reporte CDC: INFORME N° 06- 2021- UIEIS-CDC: Informe probable reinfección por COVID-19 en el Perú



PERÚ

Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tabla 2: Peor escenario

Departamento	Población	Prevalencia estimada	infectados	Susceptibles	Vacunados protegidos	Susceptibles finales	*Reinfecciones (5%)	Casos	Casos totales	Casos sintomáticos (80% del total de casos)	Hospitalizados (20%)	hospitalización en UCI (5%)	Fallecidos
Amazonas	426 806	0,33	140 846	285 960	176 688	109 272	7 042	38 245	45 288	36 230	7 246	362	353
Ancash	1 180 638	0,42	495 868	684 770	681 379	3 391	24 793	1 187	25 980	20 784	4 157	208	453
Apurímac	430 736	0,35	150 758	279 978	226 283	53 695	7 538	18 793	26 331	21 065	4 213	211	301
Arequipa	1 497 467	0,39	584 001	913 437	912 126	1 311	29 200	459	29 659	23 727	4 745	237	504
Avacucho	668 213	0,37	247 239	420 974	269 663	151 311	12 362	52 959	65 321	52 257	10 451	523	829
Cajamarca	1 453 711	0,48	697 781	755 930	669 703	86 227	34 889	30 179	65 068	14 853	10 411	521	812
Callao	1 129 854	0,30	338 956	790 898	786 274	4 624	16 948	1 618	18 566	95 609	2 971	149	370
Cusco	1 357 075	0,3	407 123	949 953	666 653	283 300	20 356	99 155	119 511	28 550	19 122	956	1 555
Huancavelica	365 317	0,34	124 208	241 109	156 888	84 221	6 210	29 477	35 688	64 209	12 842	286	513
Huánuco	760 267	0,35	266 093	494 174	302 869	191 305	13 305	66 957	80 261	17 999	3 600	180	647
Ica	975 182	0,41	399 825	575 357	568 193	7 164	19 991	2 508	22 499	45 318	9 064	453	944
Junín	1 361 467	0,385	524 165	837 302	750 334	86 968	26 208	30 439	56 647	51 373	10 275	514	1 500
La Libertad	2 016 771	0,48	957 966	1 058 805	1 012 181	46 624	47 898	16 318	64 217	27 892	5 578	279	991
Lambayeque	1 310 785	0,5	655 393	655 393	649 406	5 987	32 770	2 095	34 865	151 204	30 241	1 512	6 565
Lima Metropolitana	9 612 705	0,38	3 652 828	5 959 877	5 941 696	18 181	182 641	6 363	189 005	42 971	8 594	430	1 836
Lima provincias	1 015 765	0,31	314 887	700 878	592 393	108 485	15 744	37 970	53 714	29 082	5 816	291	675
Loreto	1 027 559	0,69	709 016	318 543	315 968	2 575	35 451	901	36 352	4 882	976	49	67
Madre de Dios	173 811	0,672	116 801	57 010	56 261	749	5 840	262	6 102	3 095	619	31	39
Moquegua	192 740	0,39	74 205	118 535	118 083	452	3 710	158	3 868	18 220	3 644	182	303
Pasco	271 904	0,3	81 571	190 333	136 916	53 417	4 079	18 696	22 774	59 950	11 990	600	2 067
Piura	2 047 954	0,49	1 007 593	1 040 361	970 195	70 166	50 380	24 558	74 938	76 687	15 337	767	1 986
Puno	1 237 997	0,545	674 708	563 289	385 793	177 496	33 735	62 123	95 859	19 957	3 991	200	304
San Martín	899 648	0,55	493 907	405 741	405 026	715	24 695	250	24 946	9 668	1 934	97	159
Tacna	370 974	0,37	137 260	233 714	218 793	14 921	6 863	5 222	12 085	5 874	1 175	59	126
Tumbes	251 521	0,46	115 700	135 821	131 372	4 449	5 785	1 557	7 342	15 752	3 150	158	375
Ucayali	589 110	0,662	389 991	199 119	198 576	543	19 500	190	19 690	989 261	197 852	9 893	25 493
TOTAL	32 625 948		13 758 688	16 171 555	17 299 712	1 567 548	687 934	548 642	1 236 576				

* Vitale J, Mumoli N, Clerici P, De Paschale M, Evangelista I, Cei M, et al. Assessment of SARS-CoV-2 Reinfection 1 Year After Primary Infection in a Population in Lombardy, Italy. JAMA Intern Med. 2021.

* Qureshi AI, Baskett WI, Huang W, Lobanova I, Hasan Naqvi S, Shyu C-R. Reinfection With Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in Patients Undergoing Serial Laboratory Testing. Clinical Infectious Diseases. 2021.

* Reporte CDC: INFORME N° 06- 2021- UIEIS-CDC: Informe probable reinfección por COVID-19 en el Perú

**PERÚ****Ministerio
de Salud****Viceministerio
de Salud Pública****Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Tabla 3. Resumen de los escenarios de una probable tercera ola

Escenarios	Casos totales	Casos sintomáticos (80% del total de casos)	Hospitalizados (20%)	Hospitalización en UCI (5%)	Fallecidos
Escenario probable	529 474	423 579	84 716	4 236	9 966
Peor escenario	1 236 576	989 261	197 852	9 893	25 493

Fuente: Elaborado por Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades-MINSA

IV. CONCLUSIONES

- Las aproximaciones generadas se realizaron en dos escenarios con base al conocimiento actual y a los datos disponibles de la pandemia en el país.
- De acuerdo con los escenarios, el modelo predice que habría al final de la tercera ola aproximadamente 529 474 casos de COVID-19 en un escenario conservador, con un peor escenario de 1 236 576 casos de COVID-19. Además, podría extenderse en un periodo de nueve meses.
- La probabilidad de presentarse una tercera ola en los próximos meses no se puede afirmar, desconocemos la magnitud de esta, debido a la alta incertidumbre que existe sobre el comportamiento de esta pandemia.
- El impacto de las intervenciones tiene relación con el grado del cumplimiento de las medidas preventivas y del confinamiento.
- Estos escenarios no son predicciones de lo que va a ocurrir sino aproximaciones de lo que podría suceder, así que estos resultados se deben tomar con cautela. El CDC Perú no se responsabiliza por el uso incorrecto que se hagan de estos escenarios.



V. REFERENCIAS

1. European Centre for Disease Prevention and Control. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – sixth update – 12 March 2020. Stockholm: ECDC; 2020.
2. Eurosurveillance Editorial T. Note from the editors: novel coronavirus (2019-nCoV). Euro Surveill. 2020;25(3).
3. Callaway E. The coronavirus is mutating - does it matter? Nature. 2020;585(7824):174-7.
4. Randolph HE, Barreiro LB. Herd Immunity: Understanding COVID-19. Immunity. 2020;52(5):737-41.
5. Fontanet A, Cauchemez S. COVID-19 herd immunity: where are we? Nature Reviews Immunology. 2020;20(10):583-4.
6. Cialdini RB, Goldstein NJ. Social influence: compliance and conformity. Annu Rev Psychol. 2004;55:591-621.
7. Wood W. Attitude change: persuasion and social influence. Annu Rev Psychol. 2000;51:539-70.



PERÚ

Ministerio
de Salud

Viceministerio
de Salud Pública

Centro Nacional de
Epidemiología, Prevención
y Control de Enfermedades

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

8. Clemente-Suárez VJ, Hormeño-Holgado A, Jiménez M, Benítez-Agudelo JC, Navarro-Jiménez E, Perez-Palencia N, et al. Dynamics of Population Immunity Due to the Herd Effect in the COVID-19 Pandemic. *Vaccines* (Basel). 2020;8(2).
9. Fine P, Eames K, Heymann DL. "Herd immunity": a rough guide. *Clin Infect Dis*. 2011;52(7):911-6.
10. Chen WH, Strych U, Hotez PJ, Bottazzi ME. The SARS-CoV-2 Vaccine Pipeline: an Overview. *Curr Trop Med Rep*. 2020:1-4.
11. Scudellari M. How the pandemic might play out in 2021 and beyond. *Nature*. 2020;584(7819):22-5.
12. Kellam P, Barclay W. The dynamics of humoral immune responses following SARS-CoV-2 infection and the potential for reinfection. *Journal of General Virology*. 2020;101(8):791-7.
13. Seow J, Graham C, Merrick B, Acors S, Steel KJA, Hemmings O, et al. Longitudinal evaluation and decline of antibody responses in SARS-CoV-2 infection. *medRxiv*. 2020:2020.07.09.20148429.
14. Long QX, Tang XJ, Shi QL, Li Q, Deng HJ, Yuan J, et al. Clinical and immunological assessment of asymptomatic SARS-CoV-2 infections. *Nat Med*. 2020;26(8):1200-4.
15. Ledford H. What the immune response to the coronavirus says about the prospects for a vaccine. *Nature*. 2020;585(7823):20-1.
16. Rodda LB, Netland J, Shehata L, Pruner KB, Morawski PM, Thouvenel C, et al. Functional SARS-CoV-2-specific immune memory persists after mild COVID-19. *medRxiv*. 2020:2020.08.11.20171843.
17. Frederiksen LSF, Zhang Y, Foged C, Thakur A. The Long Road Toward COVID-19 Herd Immunity: Vaccine Platform Technologies and Mass Immunization Strategies. *Frontiers in Immunology*. 2020;11(1817).
18. Balkhi F, Nasir A, Zehra A, Riaz R. Psychological and Behavioral Response to the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. *Cureus*. 2020;12(5):e7923-e.
19. Barber SJ, Kim H. COVID-19 Worries and Behavior Changes in Older and Younger Men and Women. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2020:gbaa068.
20. Acuña-Zegarra MA, Santana-Cibrian M, Velasco-Hernandez JX. Modeling behavioral change and COVID-19 containment in Mexico: A trade-off between lockdown and compliance. *Mathematical biosciences*. 2020;325:108370-.
21. Bavel JJV, Baicker K, Boggio PS, Capraro V, Cichocka A, Cikara M, et al. Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. *Nature Human Behaviour*. 2020;4(5):460-71.
22. Aromatario O, Van Hove A, Vuillemin A, Foucaut AM, Pommier J, Cambon L. Using theory of change to develop an intervention theory for designing and evaluating behavior change SDApps for healthy eating and physical exercise: the OCAPREV theory. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1435.

