



Bellavista, 26 de enero, 2022

Señor(a):

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 032-2022-D-FCNM.** - Bellavista, 26 de enero 2022.- EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Visto el Oficio N°01-2022-JEPI-FCNM, con fecha Bellavista 20 de enero del 2022, por medio del cual, el presidente del Jurado Evaluador del Proyecto de Investigación para optar el Título Profesional de Licenciado en Física, informa, que el proyecto presentado por el Bachiller SÁNCHEZ ROMERO, José Renato, ha sido evaluado en su estructura, metodología y contenido temático, aprobando su desarrollo.

#### CONSIDERANDO:

Que, el Art. 32° de la Ley Universitaria Ley N° 30220, norma que las Facultades son unidades de formación académica, profesional y de gestión, el Art. 70° numeral 2, 3 y 5, norma las atribuciones del Decano, a través de los Directores de los Departamentos, Directores de las Escuelas Profesionales, Unidad de Investigación y la unidad de Posgrado, y las demás dependencias, respectivamente; a fin de lograr un desarrollo académico y administrativo eficaz y eficiente, concordante con la misión, visión y valores de la Facultad FCNM;

Que, por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU, de fecha 30 de octubre del 2018, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, señalando en el Art. 33° que la titulación profesional por la modalidad de tesis se realiza por uno de los dos procedimientos: a) Titulación sin ciclo de tesis, y b) Titulación con ciclo de tesis; asimismo, en su Art. 73° precisa sobre la documentación que debe presentar el estudiante o egresado para aprobar su proyecto de tesis y acceder a la titulación profesional mediante dicha modalidad;

Que, por Resolución Decanal N° 006-2022-D-FCNM. - Bellavista, 04 de enero 2022, se designó Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis Titulado "TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO", presentado por el Bachiller SÁNCHEZ ROMERO, José Renato; integrado por los docentes Dr. ESPICHAN CARRILLO, Jorge Abel (presidente); Lic. VEGA DE LA PEÑA, Rolando Manuel (Vocal), Dr. TORIBIO SAAVEDRA, Richard Saúl (Secretario);

Que, corrido el trámite de la solicitud del recurrente, la presidente del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis presenta en forma virtual en mesa de partes de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática el 21 de enero del 2022 el Dictamen solicitado según Reglamento, señalando que el Proyecto de Tesis reúne los requisitos de forma y fondo para ser desarrollado como tesis de Licenciatura, aprobándolo;

Que, mediante D.S. N° 044-2020-PCM debido a la emergencia nacional por COVID-19 y frente a la medida de aislamiento social obligatorio (cuarentena), y al amparo del D.U. N° 026-2020 que autoriza modificar el lugar de prestación de servicios de los trabajadores para implementar el trabajo remoto, y en cumplimiento de la resolución N° 068-2020-CU del 25 de marzo de 2020 que aprueba la modificación del lugar de la prestación de servicios de docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Callao;

Estando al documento del visto y lo glosado, con cargo a dar cuenta al Consejo de Facultad; y, en uso de las atribuciones le confiere el Artículo 187° y 189° del Estatuto de la Universidad Nacional del Callao y al numeral; 70.2 del Art. 70° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220;

#### RESUELVE:

1°. **APROBAR**, el Proyecto de Investigación para optar el Título Profesional de Licenciado en Física titulado: "TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO" presentado por el Bachiller SÁNCHEZ ROMERO, José Renato, el mismo que forma parte integrante de la presente Resolución; en consecuencia, **AUTORIZAR**, el desarrollo del mencionado proyecto para optar el título profesional de Licenciado en Matemática, teniendo un plazo máximo de dos (02) años para la culminación y presentación de la tesis respectiva, a partir de la fecha de la presente Resolución.

2°. **DESIGNAR**, al docente Dr. RAFAEL EDGARDO CARLOS REYES, como asesor para el desarrollo del proyecto de tesis aprobado en el numeral anterior.

3°. **AUTORIZAR**, a la Unidad de Investigación inscribir el tema de tesis y su autor señalado en la presente Resolución, en el Libro de Registro de Tesis, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos vigente.

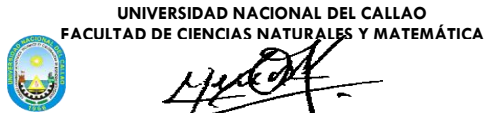
4°. **TRANSCRIBIR**, la presente Resolución a los miembros del Jurado Evaluador, profesor asesor, Escuela Profesional y Departamento Académico de Matemática, Unidad de Investigación, Comisión de Grados y Títulos e interesado, para conocimiento y fines.

**Regístrese, comuníquese y archívese**

Fdo. **Dr. JUAN ABRAHAM MÉNDEZ VELÁSQUEZ**. -Decano y Presidente del Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao.

Fdo. **Mg. GUSTAVO ALBERTO ALTAMIZA CHÁVEZ**. -Secretario Académico

Lo que transcribo a usted para los fines pertinentes.



---

**Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez**  
Decano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL  
CALLAO**  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
DECANATO



**PROVEÍDO N°-025-2022-D-FCNM**

**Ref.: OFICIO N° 01-2022-JEPI(JRSR) JAEC-FCNM**  
**Evaluación de Proyecto de Investigación**  
**Bach. SANCHEZ ROMERO, José Renato**  
**Escuela Profesional de Física**  
**Expediente N° 420.01.2021 - Folios: 25**

=====

**DERÍVESE** el documento de la referencia, a la Secretaría Académica de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, para que se sirva emitir la Resolución respectiva.

B.24.01.22

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez  
Decano

st/

c.c.: Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Jurado Evaluador de Proyecto de Investigación**  
**RESOLUCION DECANAL N° 006-2022-D-FCNM**

**FOLIO 25**

Bellavista, Enero 20, 2022

**OFICIO N° 01-2022-JEPI(JRSR) JAEC-FCNM**

Señor Doctor

**Juan Abraham Méndez Velásquez**

Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

**Presente.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
**MESA DE PARTES**  
Fecha: 21.01.22 Exp. 420-01-2021  
Hora: 09:45

De mi consideración:

Me dirijo a usted para expresarle un cordial saludo y, a la vez, remitirle el Acta de la Sesión de Trabajo Virtual del Jurado Evaluador del Proyecto de Investigación titulado, “**TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO**” presentado por el Bachiller en Física, Sr. **SANCHEZ ROMERO, José Renato**, el mismo que ha sido evaluado por el Jurado Evaluador del Proyecto de Investigación en su estructura metodológica y contenido temático en la sesión de trabajo virtual realizada en fecha 18.01.2022, según consta en el acta de la referida sesión cuya copia se adjunta.

Al respecto debo indicar que, habiéndose aprobado la ejecución del referido Proyecto de Investigación, se adjunta el Informe colegiado con dictamen aprobatorio para que, según lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución N° 245-2018-CU, su Despacho emita la Resolución de aprobación del Proyecto de Investigación correspondiente.

Sin otro particular, quedo de usted.

**Atentamente,**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
JURADO EVALUADOR DE PROYECTO DE INVESTIGACION

  
\_\_\_\_\_  
Dr. JORGE ABEL ESPICHÁN CARRILO  
PRESIDENTE

Adjunto: archivos virtuales

- Plan de Tesis
- Oficio N° 75-2021-UI-FCNM
- Proveído N° 232-2021-D-FCNM
- Oficio N° 55-2021-UI-FCNM
- Proveído N° 211-2021-D-FCNM

- Recibo de Scotiabank N° 050.001.0041 U24603
- Copia simple del Grado Académico de Bachiller
- Formato de Tramite Académico –Administrativo
- Proveído N° 328-2021-D-FCNM
- Formato de Tramite Académico –Administrativo
- Proveído N° 410-2021-D-FCNM
- Oficio N° 89-2021-UI-FCNM
- Proveído N° 435-2021-D-FCNM
- Formato de Tramite Académico –Administrativo
- Proveído N° 449-2021-D-FCNM
- Oficio N° 103-2021-UI-FCNM
- Proveído N° 005-2022-D-FCNM
- Resolución Decanal N° 006-2022-D-FCNM
- Memorando N° 06-2022-D-FCNM
- Plan de Tesis
- Citación
- Asistencia
- Acta de Sesión de Trabajo Virtual
- Dictamen

JAEC/  
c.c: Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Jurado Evaluador de Proyecto de Investigación**  
**RESOLUCION DECANAL N° 006-2022-D-FCNM**

FOLIO 23

**CITACIÓN**

Para : Lic. Vega De La Peña, Rolando Manuel  
Dr. Toribio Saavedra, Richard Saúl  
Miembros del Jurado Evaluador del Proyecto de Investigación  
Bachiller: **SANCHEZ ROMERO, José Renato**

Fecha : 11 de Enero, 2022.

Tengo a bien dirigirme a usted para citarlo a una Reunión de Trabajo Virtual para - de acuerdo al Art. 75° del Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución de Consejo Universitario 245-2018-CU- proceder a la evaluación del Proyecto de Investigación **“TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO”**, presentado por la Bachiller, **SANCHEZ ROMERO, José Renato**.

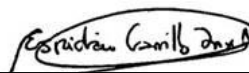
Fecha : Martes 18.01.2022

Hora : 10:00 am

Lugar : Reunión de Trabajo Virtual: [meet.google.com/pps-obnh-gax](https://meet.google.com/pps-obnh-gax)

Agradezco anticipadamente su puntual y gentil asistencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
JURADO EVALUADOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JORGE ABEL ESPICHAN CARRILO  
PRESIDENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
Facultad de Ciencias Naturales y Matemática  
Jurado Evaluador de Proyecto de Investigación  
RESOLUCION DECANAL N° 006-2022-D-FCNM

FOLIO 22

ASISTENCIA A LA REUNIÓN DE TRABAJO VIRTUAL DEL JURADO EVALUADOR  
DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FECHA: 18-01-2022


**Bach.:** SANCHEZ ROMERO, José Renato

Dr. JORGE ABEL ESPICHÁN CARRILLO



---

LIC. VEGA DE LA PEÑA, ROLANDO MANUEL



---

Dr. TORIBIO SAAVEDRA, RICHARD SAÚL

---

---

JAEC/  
c.c: Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Jurado Evaluador de Proyecto de Investigación**  
**RESOLUCION DECANAL N° 006-2022-D-FCNM**

FOLIO 21

**Acta de Sesión de Trabajo Virtual del Jurado Evaluador de Proyecto de Tesis designado por Resolución N° 006-2022-D-FCNM, celebrada el día Martes 18-01-2022**

Siendo las 10:00 horas del día martes dieciocho de enero del año dos mil veintidós, bajo la presidencia del Dr. Jorge Abel Espichán Carrillo, y con la asistencia del profesor, Lic. Rolando Manuel Vega De La Peña, miembro del Jurado encargado de dictaminar sobre el proyecto de investigación de pre grado, designado por Resolución N° 006-2022-D-FCNM, se procedió a revisar y evaluar el Proyecto de Investigación titulado “TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO”, presentado por el Bachiller, Sr. SANCHEZ ROMERO, JOSÉ RENATO.


Habiéndose realizado cuidadosamente el proceso de evaluación de su estructura metodológica y su contenido temático se observó que cumple con lo estipulado con la estructura del Proyecto de Investigación señalada en la Directiva N° 013-2018-R, aprobada por Resolución Rectoral N° 1100-2018-R, denominada “PROTOCOLOS DEL PROYECTO E INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN DE PREGRADO POSGRADO Y/O DOCENTES, EQUIPOS, CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CALLAO”.

Estando a lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución N° 245-2018-CU, el Jurado presente - por unanimidad - tomó el siguiente acuerdo:

**ACUERDO ÚNICO:** Aprobar el Proyecto de Investigación titulado “**TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO**”, del Bachiller, Sr. **SANCHEZ ROMERO, JOSÉ RENATO**, para su ejecución en los términos y plazos indicados y remitirlo al Señor Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, adjuntando el Informe colegiado con dictar aprobatorio, para los trámites subsiguientes.

Siendo las 10:29 horas del día martes dieciocho de enero del año dos mil veintidós, el Presidente del Jurado Evaluador dio por culminada la sesión agradeciendo la participación de los miembros, por lo que dando fe de lo actuado firman la presente Acta.

  
**Dr. Jorge Abel Espichán Carrillo**  
Presidente

  
**Lic. Rolando Manuel Vega De La Peña**  
Vocal



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**Jurado Evaluador de Proyecto de Investigación**  
**RESOLUCION DECANAL N° 006-2022-D-FCNM**

Bellavista, 20 de Enero del 2022

**FOLIO 20**

**DICTAMEN**

**EL JURADO EVALUADOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DESIGNADO POR RESOLUCIÓN DECANAL N° 006-2022-D-FCNM.**

Visto el Proyecto de Investigación titulado “**TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO**”, presentado por el Bachiller, Sr. **SANCHEZ ROMERO, José Renato**.


**CONSIDERANDO:**

Que, el Proyecto de Investigación en referencia ha sido cuidadosamente evaluado, por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador del Proyecto de Investigación indicado, en su estructura metodológica y contenido temático en la sesión de trabajo virtual realizada en fecha 18.01.2022.

**DICTAMINA:**

- 1° El Proyecto de Investigación titulado “**TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO**”, presentado por el Bachiller, Sr. **SANCHEZ ROMERO, José Renato**, cumple con lo estipulado en la estructura del Proyecto de Investigación señalada en la Directiva N° 013-2018-R, aprobada por Resolución Rectoral N° 1100-2018-R.
- 2° Remitir al Señor Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática el presente dictamen aprobatorio, acompañado del Proyecto de investigación respectivo para que, según lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución N° 245-2018-R, se emita la Resolución de aprobación del Proyecto de Investigación tesis correspondiente.

  
**Dr. Jorge Abel Espichán Carrillo**  
**Presidente**

  
**Lic. Rolando Manuel Vega De La Peña**  
**Vocal**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**DECANATO**



**MEMORANDO N° 06-2022-D-FCNM**

**Para** : Dr. JORGE ESPICHAN CARRILLO  
Presidente del Jurado Evaluador del  
Proyecto de Tesis presentado por el  
Bachiller **SANCHEZ ROMERO, José Renato**

**FOLIO 19**

**Referencia** : PROVEÍDO N° 005-2022-D-FCNM  
Expediente N° 420.01.2021 - Folios: 18  
Inicio de Procedimiento para obtención  
de Título Profesional

**Fecha** : Bellavista, Enero 06, 2022

Tengo a bien dirigirme a usted para remitirle, adjunto, la Resolución N° 006-2022-D-FCNM, respecto al trámite indicado en la referencia, a fin de que vuestra Presidencia disponga las acciones pertinentes establecidas por las normas vigentes, que corresponden al caso, así como el Flujograma de Procedimientos Administrativos.

Con el informe o dictamen correspondiente y toda la documentación remitida en archivo virtual, sírvase devolver el expediente, al Decanato de la FCNM, en un plazo máximo de quince (15) días calendarios, contados a partir de la fecha de recepción del presente documento.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



**Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez**  
Decano

epg/

c.c.: Lic. Rolando Vega de la Peña  
Dr. Richard Toribio Saavedra  
Archivo  
Plan de Tesis (archivo virtual)



Bellavista, 04 de enero, 2022

Señor(a):

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 006-2022-D-FCNM. - Bellavista, 04 de enero 2022.-** EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Visto, la solicitud recibida el 29 de diciembre 2021, por medio del cual la Bachiller en Física **SÁNCHEZ ROMERO, José Renato** solicita designación de Jurado Evaluador, profesor asesor y, aprobación de su Proyecto de Tesis, con el fin de titularse por la modalidad de tesis sin ciclo de tesis.

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Resolución del Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre del año 2018, se aprobó el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad Nacional del Callao;

Que, en el Art. 73° del precitado Reglamento, establece los requisitos y procedimientos para solicitar aprobación del Proyecto de tesis, sin Ciclo de Tesis, designación de Jurado Evaluador y del Profesor Asesor;

Que, mediante los Artículos 24°, 25° y 26° del Capítulo I JURADOS PARA LA OBTENCION DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, TÍTULO PROFESIONAL, TÍTULO DE SEGUNDA PROFESIÓN O TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL del acotado Reglamento, establecen que el Jurado Evaluador es propuesto por el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad, los docentes miembros deben ser nombrados o contratados a TC o DE y debe estar integrado por tres (03) docentes titulares y un (01) docente suplente; el presidente, es el docente ordinario de mayor categoría y antigüedad entre los miembros propuestos; el secretario y vocal son designados en orden de prelación decreciente; el profesor asesor elegido por el bachiller en este caso es el profesor **Dr. RAFAEL EDGARDO CARLOS REYES;**

Que, estando vigente el Estado de Emergencia Nacional y de Aislamiento Social Obligatorio establecido en el marco del Decreto de Urgencia N° 026-2020 por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19. Se ha emitido la Resolución de Consejo Universitario N° 068-2020-CU, de fecha 25 de marzo de 2020, mediante la cual se resuelve "autorizar con eficacia anticipada, del 16 de marzo de 2020, y hasta que concluya el estado de emergencia nacional, la modificación del lugar de la prestación de servicios docentes y administrativos;

Que, en efecto, corrido el trámite de la solicitud del recurrente, el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, mediante Oficio N° 103-2021-UI-FCNM recibido en forma virtual el 03 de enero 2022, comunica que el Proyecto de Investigación del graduando ha sido evaluado por el Comité Directivo de la Unidad de Investigación, consecuentemente se encuentra óptimo en cuanto a los requisitos señalados por las directivas vigentes proponiendo, al mismo tiempo, el Jurado Evaluador del Proyecto de Investigación titulado: "**TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO**"

Estando a los documentos del visto y lo glosado, con cargo a dar cuenta al Consejo de Facultad; y, en uso de las atribuciones le confiere el Artículo 189° del Estatuto de la Universidad Nacional del Callao y al numeral; 70.2 del Art. 70° de la Ley Universitaria, Ley N° 30220;

**RESUELVE:**

1. DESIGNAR el Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en Física, por la modalidad de tesis sin ciclo de tesis, titulado "**TRANSICIONES DE FASE DE GROSS-OOGURI DEL CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN  $N = 4$  SYM CON DEFECTO**" presentado por la Bachiller **SÁNCHEZ ROMERO, José Renato**, Jurado que está integrado por los siguientes profesores:

Dr. ESPICHAN CARRILLO, Jorge Abel	: Presidente
Lic. VEGA DE LA PEÑA, Rolando Manuel	: Vocal
Dr. TORIBIO SAAVEDRA, Richard Saúl	: Secretario

2. RECOMENDAR, que dicho Jurado debe remitir su dictamen colegiado al Decano de la Facultad, dentro del plazo máximo de quince (15) días calendarios, contados a partir de la fecha de recepción del expediente y de la presente Resolución, de acuerdo con las normas reglamentarias vigentes sobre la materia.
3. Transcribir la presente Resolución al Jurado Evaluador, profesor asesor, Escuela Profesional y Departamento Académico de Física, Comisión de Grados y Títulos, Unidad de Investigación e interesado, para conocimiento y fines.

**Regístrese, comuníquese y archívese**

Fdo. Dr. **JUAN ABRAHAM MÉNDEZ VELÁSQUEZ.** -Decano y Presidente del Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao.  
Fdo. Mg. **GUSTAVO ALBERTO ALTAMIZA CHÁVEZ.** -Secretario Académico.

Lo que transcribo a usted para los fines pertinentes.



**Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez**  
Decano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**DECANATO**



FOLIO 17

**PROVEÍDO N°-005-2022-D-FCNM**

**Ref.: Oficio N° 103-2022-D-FCNM**

Evaluación de Proyecto de Investigación (Pre Grado)

Levantamiento de observaciones

Bach. Romero Sánchez José Renato

Escuela Profesional de Física

Expediente N° 420.07.2021 (16 folios)

=====

**DERÍVESE** el documento de la referencia, a la Secretaría Académica de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, para que se sirva emitir la Resolución respectiva.

B.03.01.22

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



**Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez**  
Decano

sr/

c.c.: Archivo



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

## Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

FOLIO 16

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Bellavista, Diciembre 30, 2021

Señor Doctor  
**JUAN ABRAHAM MÉNDEZ VELÁSQUEZ**  
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática  
Presente.-

**OFICIO N° 103-2021-UI-FCNM**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
**MESA DE PARTES**  
Fecha: 03.01.22 Exp. 420.07.2021  
Hora: 10.40

**Referencia: Proveído N° 449-2021-D-FCNM**  
**Evaluación de Proyecto de Investigación (Pre Grado)**  
**Levantamiento de observaciones**  
**Bach. Romero Sánchez José Renato**  
**Escuela Profesional de Física**  
**Expediente N° 420.07.2021 (15 folios)**

De mi consideración:

Tengo a bien saludarlo por medio del presente y a la vez informarle que, el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, en su Sesión Ordinaria de fecha 30 de Diciembre del 2021, después de revisar el Proyecto de Investigación (Pre Grado) del **Bach. Romero Sánchez José Renato**, tomó el siguiente acuerdo:

### Acuerdo N° 07

- Inscribir**, el tema de Investigación: **“Transiciones de fase de Gross-Ooguri del correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM con defecto”** presentado por el Bach. **Sánchez Romero José Renato**, Escuela Profesional de Física, en el Libro de Registro de Tesis de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, una vez emitida la Resolución Decanal de aprobación correspondiente.
- Proponer**, el Jurado Revisor del Proyecto de Tesis en referencia conformado por los siguientes docentes:

Dr. Jorge Abel Espichán Carrillo	-	Presidente
Lic. Rolando Manuel Vega de la Peña	-	Vocal
Dr. Richard Saul Toribio Saavedra	-	Secretario
- Designar al Dr. Rafael Edgardo Carlos Reyes**, como Asesor, así como co-asesor al Dr. Teofilo Vargas Auccalla del Proyecto de Investigación **“Transiciones de fase de Gross-Ooguri del correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM con defecto”** presentado por el **Bach. Sánchez Romero José Renato**, Escuela Profesional de Física.

En tal sentido, se devuelve a su Despacho, el Expediente N° 420.07.2021 (15 folios, el último folio es el Prov. N° 435-2021-D-FCNM), así como el Proyecto de Investigación (Pre Grado) corregido de 26 páginas, en archivovirtual, para el trámite consiguiente.

Sin otro particular, quedo de usted,

**Atentamente,**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**Mg. Jorge Luis Godier Amburgo**  
Director (e)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



FOLIO 15

DECANATO

**PROVEÍDO Nº 449-2021-D-FCNM**

F.C.N.M.  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

RECIBIDO : 15.12.21  
POR : Susana Rivas H.  
HORA : 08.30 horas

**Ref.:** Solicitud del Bach. Sánchez Romero José Renato  
Evaluación de Proyecto de Investigación (Pre Grado)  
Levantamiento de observaciones  
Escuela Profesional de Física  
Expediente Nº 420.07.2021

=====

**PASE**, el expediente indicado en la referencia, en archivo virtual, a la **Unidad de Investigación** de la FCNM, para su atención, toda vez que se indica el levantamiento de observaciones, teniendo en cuenta el Flujograma respectivo de los Procedimientos de Grados y Títulos vigente, debiendo devolverse, sinmutilaciones, para el trámite consiguiente.

**B.30.12.21**

**Atentamente,**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez  
Decano

sr/

c.c.: Archivo

---

**Av. Juan Pablo II Nº 306 Ciudad Universitaria Bellavista- Callao**  
**Correo Electrónico: [fcnm.mesa@unac.edu.pe](mailto:fcnm.mesa@unac.edu.pe)**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO



## FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE Física

FOLIO 14

DIRIGIDO A: Dr. Juan Méndez  
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

### DATOS DEL RECURRENTE:

NOMBRES : José Renato D.N.I.: 45473970  
APELLIDOS : Sánchez Romero CÓDIGO 062933A  
FACULTAD : Ciencias Naturales y Matemática ESCUELA : Física  
DOMICILIO : Calle 6, Mz E lote 14, Urb. Coopemmar, Ventanilla, Callao  
CORREO : resanrom@gmail.com CELULAR : 953555239

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
**MESA DE PARTES**  
Fecha: 29.12.21 Exp. 420.07.21  
Hora: 13.30

### RELACIÓN CON LA INSTITUCIÓN:

ALUMNO  EGRESADO  DOCENTE  OTROS

### TRÁMITE A REALIZAR:

Levantamiento de observaciones

### DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE:

Solicito el levantamiento de las observaciones indicadas en el oficio N° 89-2021-UI-FCNM

Fecha : ..28 de diciembre de 2021

### ADJUNTO :

proyecto corregido

proyecto observado

expediente

FIRMA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
DECANATO



**PROVEÍDO N° 435-2021-D-FCNM**

**FOLIO 13**

**Ref.:** OFICIO N° 89-2021-UI-FCNM  
Evaluación de Proyecto de Investigación (Pre Grado)  
Bach. Sánchez Romero José Renato  
Escuela Profesional de Física  
Expediente N° 420.07.2021  
=====

**DEVUÉLVASE** al interesado, a fin de subsanar las observaciones hechas por el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la FCNM, **hecho** devolver el presente expediente con toda la documentación incluyendo ejemplar observado, mediante documento de trámite administrativo indicando que ha levantado las observaciones.

**B.15.12.21**

**Atentamente,**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



**Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez**  
Decano

sf/

c.c.: Archivo





"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Señor Doctor

Bellavista, Diciembre 03, 2021

JUAN ABRAHAM MÉNDEZ VELÁSQUEZ

Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

Presente.-

OFICIO N° 89-2021-UI-FCNM

Referencia: Proveído N° 410-2021-D-FCNM

Evaluación de Proyecto de Investigación (Pre Grado)

Bach. Sánchez Romero José Renato

Escuela Profesional de Física

Expediente N° 420.07.2021

De mi consideración:

Tengo a bien saludarlo por medio del presente y a la vez informarle que, el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, en su Sesión Ordinaria de fecha 25 de Noviembre del 2021, después de revisar el Proyecto de Investigación (Pre Grado) del Bach. Sánchez Romero José Renato, tomó el siguiente acuerdo:

**Acuerdo N° 05**

Devuélvase el Proyecto de Proyecto de Investigación (Pre grado), titulado: "CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN UNA TEORÍA DE GAUGE CON DEFECTO", presentado por el Bach. Sánchez Romero José Renato - Escuela Profesional de Física, a fin que se sirva levantar las siguientes observaciones, según Directiva N° 013-2018-R:

1. No cumple con lo indicado en el anexo 2 de la Directiva N° 013-2018-R (estructura del proyecto de investigación no levanto).
2. La Formulación del problema no está correctamente planteada (problema general, no levanto).
3. Los objetivos General y Específicos no son congruentes (no levanto).
4. La justificación no está de acuerdo con la naturaleza del problema (no levanto).
5. Debe replantear correctamente las limitantes de la investigación (no levanto).
6. En los antecedentes debe considerar antecedentes con una antigüedad no mayor a 10 años y debe incluir obligatoriamente antecedentes nacionales (no levanto).
7. Debe explicar detalladamente el método de investigación (no levanto).
8. Debe explicar detalladamente las técnicas e instrumentos para recolección de la información (no levanto).
9. Debe explicar detalladamente como realizará el análisis y procesamiento de Datos (no levanto).
10. Debe indicar en el cronograma de modo detallado las actividades en el desarrollo de su Tesis mes a mes (no levanto).
11. Rehacer Introducción: Es muy extensa (no levanto).
12. Debe ser orientador para el lector (no levanto).
13. El proyecto no explica y no es coherente con la Directiva N° 013-2018-R respecto cumplimiento de cada ítem de dicha directiva (no levanto).

En tal sentido, se devuelve a su Despacho, el Expediente N° 420.07.2021 (11 folios, el último folio es el Prov. N° 410-2021-D-FCNM), así como el Proyecto de Investigación (Pre Grado) corregido de 24 páginas y observado de 23 páginas, en archivovirtual, para el trámite consiguiente.

Sin otro particular, quedo de usted,

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

/srh  
c.c.: Archivo



Mg. JORGE LUIS GODIER AMBURGO  
DIRECTOR ( e )



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA**  
**DECANATO**



**PROVEÍDO N° 410-2021-D-FCNM**

Ref.: Solicitud del Bach. **SÁNCHEZ ROMERO, José Renato**  
 Levantamiento de observaciones a su Proyecto de Investigación  
 recaídas en el Oficio N° 075-2021-UI-FCNM  
 Expediente N° 420.07.2021 (10 Folios)

- Proyecto de Investigación (Observado)
- Proyecto de Investigación (Corregido)

=====

**F.C.N.M.**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

**RECIBIDO :** 13.11.21  
**POR :** Susana Rivas H.  
**HORA :** 18.00 horas

**DERÍVESE**, en forma virtual el expediente indicado en la referencia, a la Unidad de Investigación de la FCNM, para atención sobre lo solicitado por el recurrente, teniendo en cuenta el Flujograma respectivo de los Procedimientos de Grados y Títulos de Pre y Posgrado vigente, debiendo devolverse el presente expediente, sin mutilaciones, para el trámite consiguiente.

B.12.11.21

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
 FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA



—Dr. Juan Abraham Méndez Velásquez—  
 Decano

sr/

c.c.: Archivo



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

## FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



**DIRIGIDO A:** Dr. Juan Mendez  
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
MESA DE PARTES  
FECHA: 12.11.21 EXP. 420.07.21

**DATOS DEL RECURRENTE:**

NOMBRES : José Renato D.N.I. : 45473970  
 APELLIDOS : Sánchez Romero CÓDIGO 062933-A  
 FACULTAD : Ciencias Naturales y Matemática ESCUELA: Física  
 DOMICILIO : Calle 6, Mz E Lote 14, Urb Coopemmar, Ventanilla, Callao  
 CORREO : resanrom@gmail.com CELULAR : 953555239

**RELACIÓN CON LA INSTITUCIÓN:**

ALUMNO  EGRESADO  DOCENTE  OTROS

**TRÁMITE A REALIZAR:**

Levantamiento de observaciones

**DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE:**

Solicito levantamiento de las observaciones indicadas en el oficio N° 75-2021-UI-FCNM

**Fecha :** 09 de noviembre del 2021

**ADJUNTO :**

Proyecto corregido  
Proyecto observado

FIRMA

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

**DECANATO**

**PROVEÍDO N° 328-2021-D-FCNM**

Referencias:

- Solicitud de fecha 28 de junio del año 2021, con el que el Bachiller de la Escuela Profesional de Física SÁNCHEZ ROMERO, José Renato, presenta su Proyecto de Investigación para optar el Título Profesional de Licenciado en Física.
- Proveído 211-2021-D-FCNM
- Oficio N.º 55-2021-UI-FCNM, por cuyo intermedio el Director de la Unidad de Investigación de la FCNM, informa que el Proyecto de Investigación ha sido observado
- Proveído N° 232-2021-D-FCNM
- Oficio 75-2021-UI-FCNM, por medio del cual el Director de la Unidad de Investigación de la FCNM, informa que el Proyecto de Tesis ha sido observado por 2da. ves.

Expediente N° 420.07.2021 contiene 08 folios + archivo virtual de tesis observado

/ Visto, devuélvase al interesado, a fin de subsanar las observaciones hechas por el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la FCNM, hecho devolver el presente expediente con toda la documentación incluyendo ejemplar observado, mediante documento de trámite administrativo indicando que ha levantado las observaciones.

Bellavista, 12 de octubre 2021.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
DECANATO



Mg. Roel Mario Vidal Guzmán  
Decano

Documento virtualizado

RMVG/pgh

Exp. N° 420.07.2021

Archivo.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE Física



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FCNM - MESA DE PARTES  
**RECIBIDO**  
FECHA: 01.JUL 2021 HORA:  
EXP: 420.07.2021

DIRIGIDO A: Mg. Roel Vidal  
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales  
y Matemática

FOLIO: 01

DATOS DEL RECURRENTE:

NOMBRES: José Renato D.N.I.: 45473970  
APELLIDOS: Sánchez Romero CÓDIGO 062933-A  
FACULTAD: Ciencias Naturales ESCUELA: Física  
DOMICILIO: Calle 6 Mz E Lote 14 - Coopemmar, Ventanilla  
CORREO: resanrom@gmail.com CELULAR: 953555239

RELACIÓN CON LA INSTITUCIÓN:

ALUMNO  EGRESADO  DOCENTE  OTROS

TRÁMITE A REALIZAR:

Aprobación de Proyecto de Tesis

DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE: Solicito la aprobación del proyecto de tesis, la designación del Jurado Revisor y del docente Prof. Dr. Rafael Carlos (FCNM) como asesor y Prof. Dr. Teófilo Vargas (UNMSM) como coasesor.

Fecha: 28 de junio de 2021

ADJUNTO:  
Proyecto de tesis  
Recibo de pago

FIRMA



REPÚBLICA DEL PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

A NOMBRE DE LA NACION

El Rector de la Universidad Nacional del Callao



Por tanto, el Consejo Universitario:

Con fecha 04 de Marzo del 2014 ha conferido el Grado Académico de Bachiller en: **Física**

a Don(ña) **José Renato Sánchez Romero**

Por tanto, se expide el presente Diploma para que se le reconozca como tal.

Dado y firmado en el Callao el 05 de Marzo del 2014

Mg. *Christian Sánchez Rodríguez*  
SECRETARIO GENERAL



D. *Mariela Paredes*  
RECTOR



Lic. *V. Alejandro Gómez Jiménez*  
DECANO





UNACGB270000722



Resolución C.U. N° 266-14-CU-G/B

Libro N° CXXVII

Folio N° 019

INTERESADO

D.N.I.

SCOTIABANK PERU S.A.A.  
036 AGENCIA LA VICTORIA

25/06/21  
13:35:29

DEPOSITO EN EFECTIVO - CUENTAS CORRIENTES

Nro de Cuenta : 1797050  
FAC.CC.NAT.Y MATENAT  
Cod.Cta.Interbancario : 009 100 000001797050 90  
Importe Abonado : S/ \*\*\*\*\*372,00  
Valor Total Efectivo : S/ \*\*\*\*\*372,00  
050.001.0041 U24603 . U24603 25/06/21 PLPCR22F

---



**PROVEÍDO N° 211-2021-D-FCNM**

Referencia Solicitud del Bachiller de la Escuela Profesional de Física Sr. SÁNCHEZ ROMERO, José Renato, con código N° 062933-A, por cuyo intermedio solicita aprobación de proyecto de investigación de Tesis con el fin de optar el Título Profesional de Licenciado en Física.

Expediente N° 420.07.2021 contiene 04 folios, incluido boucher de pago + archivo virtual proyecto de tesis de 32 páginas.

/ . Pase en forma virtual el expediente indicado en la referencia, a la Unidad de Investigación de la FCNM, para atención sobre lo solicitado por el recurrente, teniendo en cuenta el Flujograma respectivo de los Procedimientos de Grados y Títulos de Pre y Posgrado vigente, debiendo devolverse el presente expediente, sin mutilaciones, para el trámite consiguiente.

Bellavista, 01 de julio 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
DECANATO



Mg. Roel Mario Vidal Guzmán  
Decano

Documento virtualizado

Adjunto: 06 folios + archivo virtual formato PDF

RMVG/pght

Exp. N° 420.07.2021

C.: interesado

Archivo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Bellavista, Julio 25, 2021

Señor Magister  
**ROEL MARIO VIDAL GUZMÁN**  
 Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática  
 Presente-

**OFICIO N° 55-2021-UI-FCNM**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
 FCNM – MESA DE PARTES  
**RECIBIDO**  
 FECHA: 26.JUL 2021 HORA:  
 EXP: 420.07.2021

Referencia: **Proveído N° 211-2021-D-FCNM**  
**Jurado de Proyecto de Investigación (Pre Grado)**  
**Bach. Sánchez Romero José Renato**  
**Expediente N° 420.07.2021**

De mi consideración:

Tengo a bien saludarlo por medio del presente y a la vez informarle que, el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, en su Sesión Ordinaria de fecha 22 de Julio 2021, después de revisar el Proyecto de Investigación (Pre Grado) del Bach. Sánchez Romero José Renato, tomó el siguiente acuerdo:

**Acuerdo N° 06**

Devuélvase el Proyecto de Investigación (Pre Grado) titulado "CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN UNA TEORÍA DE GAUGE CON DEFECTO" presentado por el Bach. Sánchez Romero José Renato, a fin que se sirva levantar las observaciones, según Directiva N° 013-2018-R:

1. No cumple con lo indicado en el anexo 2 de la Directiva N° 013-2018-R (estructura del proyecto de investigación).
2. La Formulación del problema no está correctamente planteada (problema General).
3. Los objetivos General y Específicos no son congruentes.
4. La justificación no está de acuerdo con la naturaleza del problema
5. Debe replantear correctamente las limitantes de la investigación.
6. En los antecedentes debe considerar antecedentes con una antigüedad no mayor a 10 años y debe incluir obligatoriamente antecedentes nacionales.
7. Debe explicar detalladamente el método de investigación.
8. Debe explicar detalladamente las técnicas e instrumentos para recolección de la información.
9. Debe explicar detalladamente como realizará el análisis y procesamiento de Datos.
10. Debe indicar en el cronograma de modo detallado las actividades en el desarrollo de su Tesis mes a mes.
11. Rehacer Introducción: Es muy extensa
12. Debe ser orientador para el lector.
13. El proyecto no explica y no es coherente con la Directiva N° 013-2018-R respecto cumplimiento de cada ítem de dicha directiva.

En tal sentido, se devuelve a su Despacho, el Expediente N° 420.07.2021 (05 folios, el último folio es el Prov. N° 211-2021-D-FCNM), así como el Proyecto de Investigación (Pre Grado) de 29 páginas en archivo virtual, para el trámite consiguiente.

Sin otro particular, quedo de usted,

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
 FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



Mg. JORGE LUIS GODIER AMBURGO  
 DIRECTOR (e)

**DECANATO****PROVEÍDO N° 232-2021-D-FCNM**

Referencias:

- Solicitud de fecha 28 de junio del año 2021, con el que el Bachiller de la Escuela Profesional de Física SÁNCHEZ ROMERO, José Renato, presenta su Proyecto de Investigación para optar el Título Profesional de Licenciado en Física.
- Proveído 211-2021-D-FCNM
- Oficio N° 55-2021-UI-FCNM, por cuyo intermedio el Director de la Unidad de Investigación de la FCNM, informa que el Proyecto de Investigación ha sido observado

Expediente N° 420.07.2021 contiene 06 folios + archivo virtual de tesis observado

/ Visto, devuélvase al interesado, a fin de subsanar las observaciones hechas por el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la FCNM, hecho devolver el presente expediente con toda la documentación incluyendo ejemplar observado, mediante documento de trámite administrativo indicando que ha levantado las observaciones.

Bellavista, 27 de julio 2021.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
DECANATO



Mg. Roel Mario Vidal Guzmán  
Decano

Documento virtualizado

RMVG/pgh  
Exp. N° 420.07.2021  
📁 Archivo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**Facultad de Ciencias Naturales y Matemática**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

FOLIO: 08

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Bellavista, Octubre 09, 2021

Señor Magíster  
ROEL MARIO VIDAL GUZMÁN  
Decano de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática  
Presente.-

**OFICIO N° 75-2021-UI-FCNM**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FCNM - MESA DE PARTES

**RECIBIDO**

FECHA: 11 OCT 2021 HORA:

EXP: 420.07.2021

Referencia: Proveído N° 243-2021-D-FCNM  
Evaluación de Proyecto de Investigación (Pre Grado)  
Bach. Sánchez Romero José Renato  
Escuela Profesional de Física  
Expediente N° 420.07.2021

De mi consideración:

Tengo a bien saludarlo por medio del presente y a la vez informarle que, el Comité Directivo de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, en su Sesión Ordinaria de fecha 07 de Octubre del 2021, después de revisar el Proyecto de Investigación (Pre Grado) del Bach. Sánchez Romero José Renato, tomó el siguiente acuerdo:

Acuerdo N° 06

Devuélvase el Proyecto de Proyecto de Investigación (Pre grado), titulado: "CORRELADOR DE DOS LOOPS DE WILSON EN UNA TEORÍA DE GAUGE CON DEFECTO", presentado por el Bach. Sánchez Romero José Renato - Escuela Profesional de Física, a fin que se sirva levantar la siguiente observación, según Directiva N° 013-2018-R:

- Debe ampliar y precisar su Metodología.

En tal sentido, se devuelve a su Despacho, el Expediente N° 420.07.2021 (09 folios, el último folio es el Prov. N° 243-2021-D-FCNM), así como el Proyecto de Investigación (Pre Grado) de 23 páginas, en archivo virtual, para el trámite consiguiente.

Sin otro particular, quedo de usted,

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



Mg. JORGE LUIS GODIER AMBURGO  
DIRECTOR (e)

/srh

c.c.: Archivo





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

## Transiciones de fase de Gross-Ooguri del correlador de dos loops de Wilson en $N = 4$ SYM con defecto

Jose' Renato Sánchez Romero

Callao, 2021

PERÚ



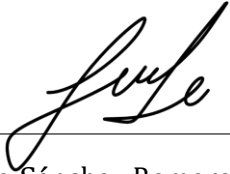
---

Prof. Dr. Rafael Edgardo Carlos Reyes (asesor)



---

Prof. Dr. Teófilo Vargas Auccalla (coasesor)



---

Dr. José Renato Sánchez Romero



## INFORMACIÓN BÁSICA

- FACULTAD: Ciencias Naturales y Matemática.
- UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Facultad de Ciencias Naturales y Matemática.
- TÍTULO: Transiciones de fase de Gross-Ooguri del correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM con defecto.
- AUTOR: Dr. José Renato Sánchez Romero.
- ASESOR: Dr. Rafael Carlos Reyes.
- COASESOR: Dr. Teófilo Vargas Auccalla.
- LUGAR DE EJECUCIÓN: Universidad Nacional del Callao, Callao - Perú.
- TIPO DE INVESTIGACIÓN: Básica - Teórica
- UNIDAD DE ANÁLISIS: Loop de Wilson en  $N = 4$  SYM con defecto.



# Índice

<b>Índice</b>	<b>I</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>1</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>I Planteamiento del problema</b>	<b>4</b>
1.1 Descripción de la realidad problemática	4
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación	5
1.5 Limitantes de la investigación	6
1.5.1 Limitante teórica	6
1.5.2 Limitante temporal	6
1.5.3 Limitante espacial	6
<b>II Marco teórico</b>	<b>7</b>
2.1 Antecedentes	7
2.1.1 Internacional	7
2.1.2 Nacional	7
2.2 Bases teóricas	8
2.3 Conceptual	14
2.4 Definición de términos básicos	14
<b>III Hipótesis y variables</b>	<b>16</b>

3.1 Hipótesis	16
3.1.1 Hipótesis general	16
3.1.2 Hipótesis específicas	16
3.2 Definición conceptual de variables	16
3.2.1 Variables independientes	16
3.2.2 Variables dependientes	16
3.3 Operacionalización de variable	17
<b>IV Diseño metodológico</b>	<b>18</b>
4.1 Tipo y diseño de investigación	18
4.2 Método de investigación	18
4.3 Población y muestra	19
4.4 Lugar de estudio	19
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	19
4.6 Análisis y procesamiento de datos	20
<b>V Cronograma de actividades</b>	<b>21</b>
<b>VI Presupuesto</b>	<b>22</b>
<b>VII Referencias bibliográficas</b>	<b>23</b>
<b>VIII Apéndices</b>	<b>26</b>

## Índice de figuras

1 Diagramas rainbow.	10
2 Construcción de branas de la $N = 4$ SYM con defecto.	12
3 Propagadores en el vev con defecto.	12
4 Propagadores ladder y rainbow.	13

## Índice de tablas

1 Configuración de la intersección D3-D5.	11
---	----

---

## Introducción

Desde finales de los años noventa las teorías superconformes de gauge han tenido enorme relevancia como *duales* de las teorías de (super)cuerdas, que son teorías de gravedad en diez dimensiones. Esto se conoce desde 1997 como la correspondencia AdS/CFT, conjetura de Maldacena o, en general, dualidad gauge/gravedad [1] (ver también [2-5]). Es la *equivalencia dinámica* entre una SCFT de gauge y una teoría de supercuerdas en un espaciotiempo de fondo o *background* dado, el cual comparte las simetrías globales con la teoría de gauge. La ventaja de la correspondencia es que permite «acceder» a regímenes en la teoría de gauge que no son accesibles desde ella misma, sino a partir de su *dual gravitacional*, donde los cálculos son posibles. Los *pares duales* han llevado al estudio de QFTs que poco tienen que ver con modelos fenomenológicos, sobretudo en lo que respecta a la supersimetría, que no ha sido descubierta como tal en los laboratorios. Por ejemplo, el caso que será analizado en este trabajo,  $N = 4$ ,  $SU(N)$   $d = 4$  YM superconforme [1], es la teoría en cuatro dimensiones con el mayor número de supersimetrías o supercargas posibles, que rotan según el grupo  $SU(4)$  y fue introducida en [6]. Esta describe la dinámica de cuatro fermiones, seis escalares y un campo de gauge  $SU(N)$  en la *representación adjunta* sin masa, cuyo parámetro  $N$  es  $N \geq 1$ , lo cual permite su «simplificación». La simetría conforme hace a la teoría invariante bajo transformaciones de escala, *i. e.*, no cambia si se la «mira» a pequeñas o grandes distancias. Su *dual gravitacional* es la teoría de supercuerdas *tipo IIB* en  $AdS_5 \times S^5$ , un background en diez dimensiones compuesto de un espacio *Anti-De Sitter* en cinco dimensiones y una 5-esfera  $S^5$ , cuyo grupo de isometrías global es  $SU(4)$ , el que rota las supercargas en la QFT. El *lado de la gravedad* no será analizado en detalle en este proyecto, sino solamente mencionado en el contexto de la dualidad gauge/gravedad.

En una QFT, la segunda cuantización consiste en darle a los campos, *i. e.*, variables dinámicas, una álgebra, la cual es definida, tal como los campos, en cada punto del espaciotiempo. Entonces, los campos son ahora *operadores locales*, que actúan sobre un *vacío*. Existen, por otro lado, *operadores no locales*, que no dependen de puntos en el espaciotiempo, sino de curvas en el mismo. Estos operadores son llamados *loops de Wilson* [7] y son invariantes de gauge, *i. e.*, bajo las transformaciones generadas por el grupo

---

de gauge; tienen forma exponencial dependiente de un *camino*, describen físicamente el movimiento de «quarks», *i. e.*, un fermión en la *representación fundamental* del grupo de gauge, externos (no-dinámicos), lo que significa que no son parte de la teoría, alrededor de una curva en presencia de un *campo de gauge*. Los loops de Wilson permiten extraer información general de la QFT y su *valor esperado* (vev) codifica el *confinamiento/desconfinamiento* en la teoría a través del potencial que resulta de su cálculo. En una SCFT, como  $N = 4$  SYM <sup>1</sup> no existen los quarks como se conocen en el SM, sino fermiones sin masa en la representación adjunta. La manera de introducir un campo masivo en dicha representación fue presentada por Maldacena en [8] en el contexto de la correspondencia AdS/CFT.

Para el caso en el que el camino es circular, Drukker & Gross en [9] and Erickson, Semenoff & Zarembo demostraron en [10] que es posible calcular exactamente (no-perturbativamente) el vev del loop de Wilson a partir de un *modelo de matrices*, *i. e.*, una *función de partición* cuyas «variables» son matrices constantes  $N \times N$ . Esto fue probado por Pestun en [11] (véase también la revisión de Zarembo [12]). Este hecho permitió ampliar el cálculo de (valores esperados de) loops de Wilson en *representaciones mayores*, lo que podría entenderse como la fase que adquiere el transporte de un «grupo» de quarks en presencia del campo de gauge. *Holográficamente*, es decir, según la correspondencia AdS/CFT, los loops de Wilson corresponden al cálculo de la *superficie mínima* que describen el *worldsheet* de una cuerda, para la representación fundamental, o el *worldvolume* de una brana *prueba*, para representaciones mayores, en la geometría dual. Esto, en pocas palabras, consiste en el cálculo de acción de una cuerda/brana sujeta al loop como condiciones de contorno.

En teoría de gauge, lo siguiente al cálculo de valores esperados de operadores es calcular sus *correladores*. Estos, debido a su forma exponencial, son útiles para investigar comportamientos no-perturbativos de *glueballs*. Para el caso de  $N = 4$ , se busca calcular el correlador de loops de Wilson y obtener su dual holográfico, en el que ocurren fenómenos propio de cuerdas como la transición geométrica de Gross-Ooguri [13].

---

<sup>1</sup>Aquí se ha acortado el nombre completo de la teoría y se hará en adelante para referirse a ella.

---

# I. Planteamiento del problema

## 1.1. Descripción de la realidad problemática

En la correspondencia AdS/CFT o dualidad gauge/gravedad se hacen *tests*, i. e., pruebas que validan la dualidad entre una teoría de gauge y una teoría de cuerdas en un background particular. Ya que un estudio general del tema va más allá de los límites de este proyecto, reduciremos el campo de estudio al caso del ejemplo más conocido: el *par dual*  $N = 4$  SYM - cuerdas tipo II en  $AdS_5 \times S^5$ . El estudio de los correladores entre dos loops de Wilson en una teoría que posee un dual gravitacional ofrece, además de un test poderoso de la correspondencia, información sobre el comportamiento de las interacciones y sus geometrías duales en términos de parámetros geométricos, como radios de los loops y su distancia relativa, y transiciones de Gross-Ooguri [14, 15]. Por otro lado, la inclusión de un defecto en una teoría de gauge permite introducir una «barrera real» en la teoría. Esto enriquece los resultados del vev de un loop de Wilson, como ya fue hecho en [16, 17]. El correlador de dos loops de Wilson en una teoría con defecto fue estudiada recientemente en [18] desde el punto de vista gravitacional, donde hicimos un análisis de las diferentes combinaciones de parámetros geométricos que llevan a transiciones de fase. El mismo análisis debe ser posible en el lado de gauge, i. e., en  $N = 4$  SYM con defecto o dCFT.

## 1.2. Formulación del problema

Por lo expuesto, se plantearán los problemas que el presente proyecto responderá.

### 1.2.1. Problema general

- Al incluir un defecto en la teoría  $N = 4$  SYM para el estudio del correlador de dos loops de Wilson, ¿es posible obtener evidencia de las transiciones de fase del tipo de Gross-Ooguri?

---

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Es posible hacer un análisis perturbativo del correlador de dos Wilson loops en presencia de un defecto mediante la combinación de las técnicas en [14] y [16]?
- ¿Es posible obtener una expresión que se asemeje a la ecuación de Dyson como en [14, 15]?
- ¿Es posible obtener evidencia de las transiciones de fase de Gross-Ooguri en la teoría de gauge con defecto o son solo fenómenos propios de las cuerdas?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

- Introducir los loops de Wilson como operadores fundamentales en cualquier teoría de gauge en el contexto de la correspondencia AdS/CFT.
- Introducir los loops de Wilson en la teoría de gauge  $N = 4$  SYM.
- Estudiar el correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM con defecto.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Extender el cálculo perturbativo del correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM al caso en el que un defecto es introducido.
- Organizar los resultados de tal forma que sea posible obtener la ecuación de Dyson como en [14] para el correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM sin defecto.
- Buscar valores críticos o condiciones que permitan tener indicios de transiciones de fase del tipo Gross-Ooguri como en [18] para el correlador de dos loops de Wilson en la teoría dual a  $N = 4$  SYM con defecto.

## 1.4. Justificación

Los loops de Wilson son operadores en una teoría de campo, cuyos valores esperados sirven como «indicadores» de confinamiento o, en general, del potencial que actúa sobre



---

las «partículas» de dicha teoría. El correladores de dos loops de Wilson, como siguiente objeto de análisis, nos permite conocer mejor el comportamiento de las fuerzas en la teoría al introducir un parámetro de distancia en la configuración. Se adiciona un cierto «realismo» al introducir en el estudio una «pared», borde o defecto en el espaciotiempo de la teoría de campo, tal como ocurriría experimentalmente.

El análisis de transiciones de fase del tipo geométrico en el contexto de la correspondencia AdS/CFT permitirá a los estudiantes de la facultad entender cómo esta funciona a través de un ejemplo. El caso de  $N = 4$  SYM con defecto permitirá entender lo que es una teoría de gauge, conforme y supersimétrica; por otro lado, el cálculo del vev y el correlador de dos loops de Wilson muestra la idea de «mediciones» en teoría de campos. Es necesario indicar que, como dijimos, hemos escogido un caso de muchos que permiten hacer tests de la dualidad gauge/gravedad, pudiendo trasladar nuestro análisis también a esos casos.

## **1.5. Limitantes de la investigación**

### **1.5.1. Limitante teórica**

Los loops de Wilson son operadores que pueden ser contruidos en cualquier teoría campos o de gauge. En este caso, nos enfocamos solamente en la teoría de gauge  $N = 4$  SYM, la cual es supersimétrica y conforme: simetrías que permiten simplificaciones en los cálculos de funciones de correlación en general. El estudio perturbativo del correlador de dos loops de Wilson en presencia de un defecto tendrá que ser simplificado desde el inicio partiendo del caso de loops con radios iguales, como fue considerado en el correspondiente cálculo gravitacional [18].

### **1.5.2. Limitante temporal**

No aplica en este caso.

### **1.5.3. Limitante espacial**

No aplica en este caso.

---

## II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacional

Muchos resultados han sido publicados desde entonces en este ámbito. Recientemente, Correa *et al.* [14, 15] hicieron un estudio detallado del correlador entre dos loops de Wilson, que fue considerado en los primeros tiempos de la correspondencia en [19-21]. En este artículo, se concluyó que existe un comportamiento similar a una transición de fase en la «geometría» de correlador, que se asemeja a la transición energética encontrada por Gross & Ooguri [13], que se puede entender como el «rompimiento» del worldsheet que une los contornos descritos por los loops para formar dos «cúpulas» semiesféricas o domos, que describen, por la correspondencia, loops independientemente. Luego, Correa *et al.* [16] y Bonansea *et al.* [17], consideraron el caso de un loop de Wilson en la teoría  $N = 4$  SYM en presencia de un defecto 3-dimensional, que divide el grupo de gauge a cada lado de su posición.

En [18] consideramos el análisis holográfico, *i. e.*, en el lado de la gravedad, del correlador de dos loops de Wilson en  $N = 4$  SYM en presencia de un defecto.

#### 2.1.2. Nacional

El estudio de aspectos de la teoría de gauge en el contexto de la correspondencia AdS/CFT no tiene antecedentes nacionales. Sin embargo, Fulgencio Villegas y su grupo de teoría en la UNMSM presentan una serie de publicaciones sobre teoría de gauge y temas introductorios para teoría de cuerdas en la RIF-UNMSM, que se relacionan tangencialmente con este proyecto [22-24]. Asimismo, Joel Jones-Pérez de la PUCP estudia teorías supersimétricas relevantes para el área de física de partículas y fenomenología, por ejemplo [25, 26]. En la UNAC, Jorge Espichán dedica sus investigaciones y dicta cursos en teoría de campos y tópicos avanzados. Uno de sus estudiantes, Andrés Jirón, tiene publicaciones recientes en el área [27].

## 2.2. Bases teóricas

La manera de introducir un campo de gauge es a través de la generalización del campo electromagnético. La acción, *i. e.*, la integral en la dinámica de un sistema físico, que le corresponde al electromagnetismo puro en cuatro dimensiones es

$$S = -\frac{1}{4} \int d^4x F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}, \quad F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu. \quad (1)$$

El campo  $A_\mu$  es el vector de campo electromagnético y  $F_{\mu\nu}$  es su tensor de campo. Existe una redundancia en la definición de  $A_\mu$  que no cambia ni la expresión de  $F_{\mu\nu}$  ni la de  $S$ ,

$$A_\mu(x) \rightarrow A'_\mu(x) = A_\mu + \partial_\mu \varphi(x), \quad (2)$$

definida en cada punto. La función  $\varphi(x)$  puede ser pensada como el *parámetro* local de una transformación  $U(1)$ ,

$$U(x) = \exp(i\varphi(x)\mathbf{I}). \quad (3)$$

Si, en lugar de ser un parámetro  $U(1)$ , considerásemos el grupo  $U(N)$ <sup>2</sup>, la transformación sería

$$U(x) = \exp(i\varphi^a(x)\mathbf{T}^{(a)}), \quad (4)$$

y el campo vectorial adquiriría un índice plano que representa un espacio interno,  $A_\mu^{(a)}$ . Aquí,  $\mathbf{T}^{(a)}$  es un generador del álgebra de  $U(N)$ . El campo de gauge  $F_{\mu\nu} = F_{\mu\nu}^{(a)}\mathbf{T}^{(a)}$ , es definido como

$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu - i[A_\mu, A_\nu], \quad (5)$$

donde el término extra viene del hecho que los campos vectoriales ahora no conmutan entre sí.

Si se considerase un quark pesado, sin dinámica, en presencia de un campo de gauge puro, el transporte alrededor de una curva cerrada en presencia de este campo se define como el loop de Wilson

$$W(C) = \frac{1}{N} \text{Tr} \mathcal{P} \exp \left( i \oint_C A_\mu dx^\mu \right). \quad (6)$$

La traza se toma sobre los elementos del grupo de gauge y el factor  $1/N$  es debido a que hay  $N$  términos en la traza.

<sup>2</sup>Más adelante se considerará el grupo  $SU(N)$ , que es el grupo  $U(N)$  sin su *diagonal*, descrita por  $U(1)$ .

Por otro lado, la supersimetría es la superación del teorema *no-go* de Coleman Mandula, que establece que no es posible combinar las álgebras de espaciotiempo e interna de forma no trivial. En una QFT con grupo de gauge existen simetrías de tipo bosónico o «pares»: espaciotemporales e internas o de gauge. El teorema de Coleman-Mandula dice que no se pueden combinar las primeras con las segundas de forma no-trivial, *i. e.*, en la que los generadores no conmuten. Incluyendo generadores fermiónicos o «impares», el teorema es superado y es posible combinar las simetrías de forma no-trivial. Esquemáticamente la supersimetría puede ser escrita como

$$\begin{aligned} [\text{par}, \text{par}] &= \text{par}, \\ \{\text{par}, \text{par}\} &= \text{par}, \\ [\text{par}, \text{impar}] &= \text{impar}. \end{aligned} \tag{7}$$

La teoría  $N = 4$  SYM posee seis campos escalares  $\Phi^I$ , cuatro fermiones  $\lambda_a$  y un campo vectorial  $A_\mu$ , todos sin masa. El lagrangiano que le corresponde tiene la forma

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4}F^2 - (D\Phi)^2 - \bar{\lambda}\not{D}\lambda + \lambda[\mathbf{X}, \lambda] + \bar{\lambda}[\mathbf{X}, \bar{\lambda}] + [\mathbf{X}, \mathbf{X}]^2, \tag{8}$$

donde, para propósitos de explicación, se han suprimido índices y constantes. Los tres primeros términos representan la dinámica de los campos de la teoría, tres restantes representan las interacciones entre los campos escalares y fermiónicos; y el acoplamiento con el campo de gauge se da a través de la derivada covariante. Esta teoría tiene simetría de Poincarè, como es requerido por las QFTs, simetría de gauge, supersimetría y simetría conforme.

La definición de loop de Wilson, en esta teoría, se puede escribir como en [28]

$$W(\mathbf{C}) = \frac{1}{\dim[\mathbf{R}]} \text{Tr}_{\mathbf{R}} \text{P exp} \int_C i \, d\tau \, A_\mu \dot{x}^\mu \pm i\Phi^I \vartheta^I |\dot{x}|, \quad \mu = 0, \dots, 3; I = 4, \dots, 9, \tag{9}$$

donde  $\tau$  es la *coordenada propia* del loop,  $\dot{x}^\mu$  son derivadas con respecto a  $s$  de las coordenadas espaciotemporales del loop,  $\vartheta^I$  son los acoplamientos con los escalares;  $\mathbf{R}$  y  $\dim[\mathbf{R}]$  denotan la representación y su dimensión, que pueden ser o fundamental o simétrica o antisimétrica, donde, para el caso fundamental, *e. g.*  $\dim[\mathbf{R}] = N$ . El vev del loop circular de Wilson en la representación fundamental puede ser calculado de forma perturbativa,

cuando el acoplamiento  $\lambda = g_{\text{YM}}^2 N$  es pequeño, expandiendo la definición (9)

$$\langle W(C) \rangle = \frac{1}{N} \text{TrP} \exp \int_C i d\tau A_{\mu} \dot{x}^{\mu} \pm i\Phi' \vartheta' |\dot{x}| \quad (10)$$

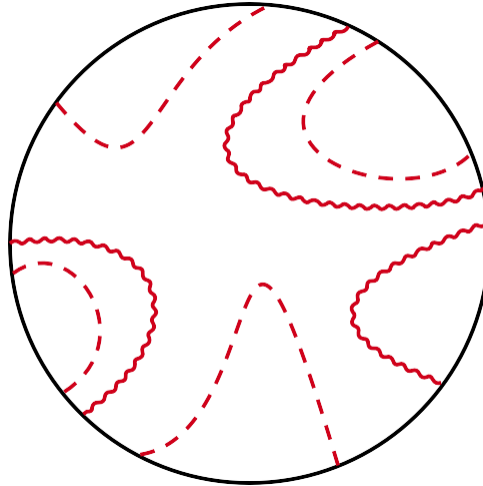
En el cálculo es importante imponer la supersimetría de la teoría, esto lleva al cancelamiento de términos divergentes y a la única contribución de los diagramas *ladder*, *i. e.*, sin vértices, que es constante. Este resultado lleva a poder calcular el loop de Wilson como una *inserción* en un modelo de matrices [9, 10].

$$\langle W(C) \rangle = \frac{1}{N} \text{Tr} \exp M = \frac{\int dM \exp \left( -\frac{2N}{\lambda} \text{Tr} M^2 \right) \text{Tr} \exp M}{\int dM \exp \left( -\frac{2N}{\lambda} \text{Tr} M^2 \right)} \quad (11)$$

donde  $M$  representa matrices hermitianas aleatorias. Esta formulación permite acceder a resultados exactos, tanto en  $N$  como en  $\lambda$ ,

$$\langle W(C) \rangle = \frac{2}{\lambda} \sqrt{\lambda} I_1 \left( \frac{\lambda}{\sqrt{\lambda}} \right) \quad (12)$$

cuando  $N \rightarrow \infty$  donde  $I_1$  es una función de Bessel. Este resultado es esquematizado en la **Figura 1**. El loop de Wilson en representaciones mayores fue estudiado en [28], donde se calcularon explícitamente los casos simétrico y antisimétrico.



**Figura 1:** Diagramas rainbow que contribuyen al vev del loop de Wilson. Las líneas onduladas representan el propagador del campo vectorial y las discontinuas el del campo escalar.

La teoría  $N = 4$  SYM, en el *formalismo de cuerdas abiertas*, corresponde a la teoría en el worldvolume de  $N$  D3-branas en un espacio plano de diez dimensiones con estados llamados 3-3. El campo de gauge es  $SU(N)$ ; los campos escalares representan

coordenadas internas en el espacio seis-dimensional  $\langle$  perpendicular  $\rangle$  al worldvolume sin bordes. En la teoría de cuerdas tipo IIB, existen, en general, branas de dimensionalidad impar, entre ellas D5-branas, *i. e.*, un objeto de cinco dimensiones espaciales, cuyo  $\langle$  espacio propio  $\rangle$  puede intersectar el de las D3's (ver la [Tabla 1](#)). En [\[29, 30\]](#) se estudió el caso en el que la D5-brana no deforma el worldvolume de las D3-branas, sino que solo intersecta tres de sus cuatro direcciones espaciotemporales,

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D3	X	X	X	X						
D5	X	X	X		X	X	X			

**Tabla 1:** Configuración de la intersección de branas que genera el defecto en  $N = 4$  SYM.

Esto establece un *domain wall* o  $\langle$  interfase  $\rangle$ , que divide la teoría de gauge en una con grupo  $SU(N)$  y  $SU(N - k)$ , donde  $k$ , holográficamente, se entiende como el número de D3-branas que son  $\langle$  cortadas  $\rangle$  por la D5 (ver la [Figura 2](#)).

El worldvolume de la D5-brana, colocada en  $x_3$ , describe un defecto, que visto desde la teoría de campo significa tener valores esperados no-nulos para tres de los seis campos escalares,

$$\Phi^{l=4,5,6} = \Phi^{l=4,5,6}(x_3), \quad \Phi^{l=7,8,9} = 0. \quad (13)$$

A la hora de calcular  $\langle W(C) \rangle$  (ver la [Figura 3](#)), la expansión contendrá términos no-nulos que vienen del hecho que  $\langle \Phi^{l=4,5,6} \rangle$  [\[31\]](#),

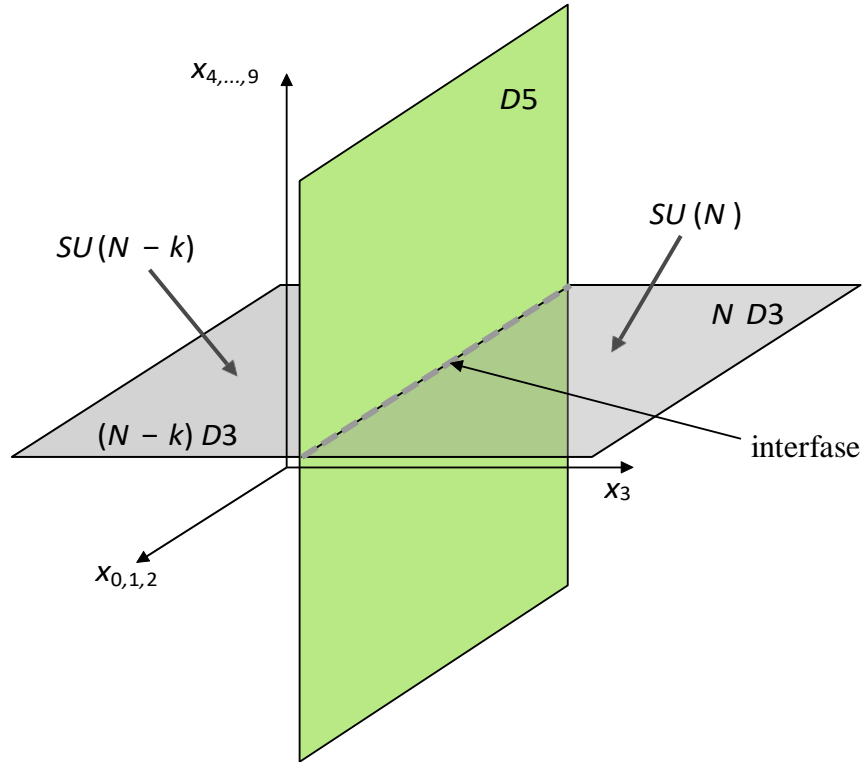
$$\langle \Phi^l \rangle = \frac{1}{\mathcal{X}} \mathbf{T} \oplus \mathbf{0}_{(N-k) \times (N-k)}, \quad l = 4, 5, 6, \quad (14)$$

donde  $\mathbf{T}^l$  son matrices  $k \times k$  de  $SU(2)$ . Estas direcciones sobrantes forman un *embudo no-conmutativo*.

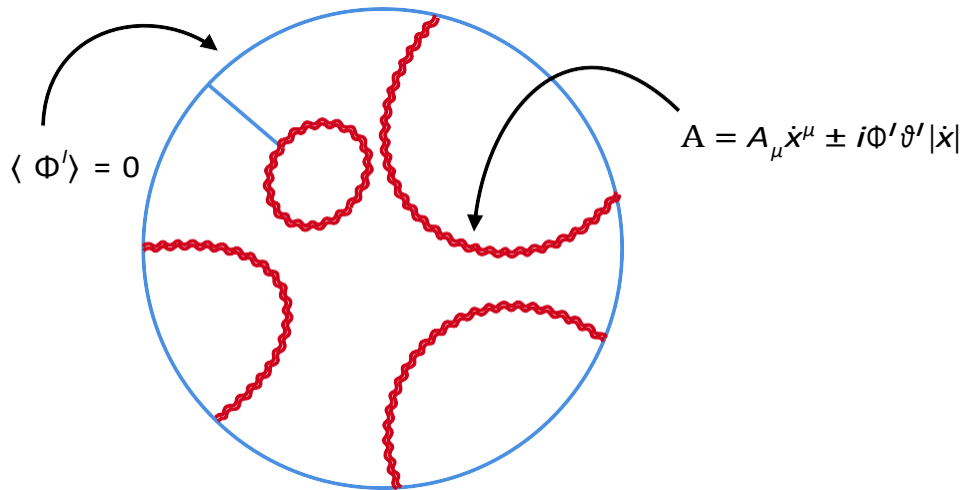
En [\[14, 15\]](#), se ha estudiado perturbativamente el caso del correlador conectado de dos loops de Wilson,

$$\langle W(C_1, C_2) \rangle_c = \langle W(C_1, C_2) \rangle - \langle W(C_1) \rangle \langle W(C_2) \rangle, \quad (15)$$

donde  $C_1, C_2$  son loop de radios  $R_1$  y  $R_2$ , separados por una distancia  $h$  en  $x_3$  y un ángulo



**Figura 2:** Construcción de branas de la  $N = 4$  SYM con defecto. La D5-brana (verde) «corta» la teoría de gauge que «vive» en las D3-branas e introduce un defecto o interfase

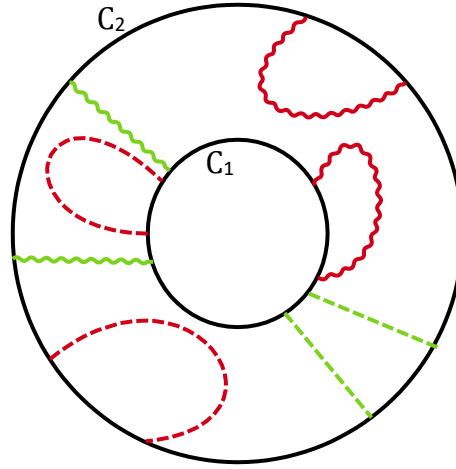


**Figura 3:** Esquema de los diagramas relevantes en el cálculo del vev del loop de Wilson en presencia de un defecto, *i. e.*, cuando uno de los campos escalares tiene una función 1-punto no-nula. El propagador combinado vector-escalar es representado por la línea doble ondulada y la línea azul representa el *tree-level* no trivial por causa del defecto.

$\gamma$  en  $SU(4)$ , parametrizados por

$$\begin{aligned} C_1 : \quad x^\mu(\tau_1) &= (0, R_1 \cos \tau_1, R_1 \sin \tau_1, 0), & \dot{\vartheta}(\tau_1) &= (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0), \\ C_2 : \quad x^\mu(\tau_2) &= (0, R_2 \cos \tau_2, R_2 \sin \tau_2, h), & \dot{\vartheta}(\tau_2) &= (\cos \gamma, \sin \gamma, 0, 0, 0, 0, 0). \end{aligned} \quad (16)$$

En la expansión del correlador, solo los términos sin vértices contribuyen al resultado, ya que los diagramas con vértices y loops internos son cancelados entre sí. Esquemáticamente esto puede verse en la [Figura 4](#), donde los diagramas se dividen en *ladders*, que conectan puntos en cada loop, y *rainbows*, que conectan puntos en el mismo loop.



**Figura 4:** Propagadores contribuyentes al correlador: ladders (verde) y rainbows (rojo).

Los diagramas rainbow son los ya conocidos del caso de un loop único. El resultado exacto que toma todos los rainbows en un arco de longitud  $s$  fue calculado en [\[21\]](#),

$$\langle W(s) \rangle = \frac{4\pi}{\sqrt{\lambda s}} I_1 \frac{\sqrt{\lambda s}}{2\pi}, \quad (17)$$

El propagador ladder que conecta los loops es dado por

$$\langle W(C_1, C_2) \rangle^{(1\text{-loop})} = \frac{\lambda}{8\pi^2} \int_0^{2\pi} d\tau_1 \int_0^{2\pi} d\tau_2 K(\tau_1 - \tau_2), \quad (18)$$

donde

$$K(\phi) = \frac{1 - \cos \gamma + \cos \phi}{2 \frac{1}{2R_1 R_2} - \cos \phi}. \quad (19)$$

La ecuación de Dyson es una expresión recursiva en el cálculo perturbativo de funciones de correlación. Para el caso de los loops de Wilson, en [\[4, 5\]](#) se escribe la ec. de Dyson



para el correlador en términos de  $W(s)$  y  $K(\phi)$ , la que, tras un cambio de variable adecuado, se convierte en una ecuación de Schrödinger, que puede ser «resuelta» en términos de autofunciones de un hamiltoniano [\[5\]](#).

### 2.3. Conceptual

En esta subsección se elaborarán los nuevos conceptos a partir de lo expuesto en la subsección anterior. Aquí se establece el estudio que combinará el análisis del correlador de dos loops de Wilson y el del loop de Wilson en presencia de un defecto en el lado de la teoría de gauge.

En presencia del defecto, se ha de considerar la siguiente parametrización para los loops:

$$\begin{aligned} C_1 : \quad x^\mu(\tau_1) &= (0, R_1 \cos \tau_1, R_1 \sin \tau_1, L), \quad \vartheta'(\tau_1) = (\cos \chi_1, \sin \chi_1, 0, 0, 0, 0, 0), \\ C_2 : \quad x^\mu(\tau_2) &= (0, R_2 \cos \tau_2, R_2 \sin \tau_2, L + h), \quad \vartheta'(\tau_2) = (\cos \chi_2, \sin \chi_2, 0, 0, 0, 0, 0). \end{aligned} \quad (20)$$

Esto representa dos loops, de radios  $R_1$  y  $R_2$ , separados una distancia  $h$  en  $x_3$ ; posicionados en ángulos  $\chi_1$  y  $\chi_2$  en  $S^5$  [\[4\]](#). El primer loop no está posicionado en  $x_3 = 0$ , que es donde está el defecto, sino en  $x_3 = L$ .

La ecuación de Dyson debe ser reescrita como ecuación de Schrödinger e incluir términos originados de la función de 1-punto de los escalares. El tratamiento holográfico de esta configuración fue dado en [\[18\]](#) para el análisis de transiciones de fase.

### 2.4. Definición de términos básicos

En esta subsección se repasarán, más brevemente, los términos básicos y conceptos que se planean usar a lo largo del proyecto.

- **N = 4 SYM:** Teoría de gauge superconforme en cuatro dimensiones que contiene un campo vectorial, seis campos escalares y ocho fermiones, con grupo de gauge  $SU(N)$ . Es interpretada, en el contexto de la correspondencia AdS/CFT, como la teoría del worldvolume de  $N$  D3-branas.

<sup>3</sup>Las expresiones necesarias para seguir explicando el background necesario son extensas.

<sup>4</sup>Holográficamente, los loops se posicionan también en el espacio compacto  $S^5$ , que describe la *simetría*  $R$  de las supercargas.

- 
- **Loop de Wilson:** Se definió como la fase dependiente de una curva que adquiere un quark en su camino por una curva cerrada en presencia de un campo de gauge  $A_\mu$ , que para el caso de una teoría supersimétrica como lo es  $N = 4$  SYM tiene términos que se acoplan con los campos escalares de la teoría  $\Phi'$ . Su vev, calculable perturbativamente o exactamente,  $\langle W(C) \rangle$  es «observable» en el sentido que es «extraíble» de la teoría como una expresión en términos de parámetros y no de variables.
  - **Teoría con defecto:** Un defecto es una interfase en el espaciotiempo de una teoría de campo, que divide, en este caso, el grupo de gauge. En una teoría con defecto, parte de los escalares adquieren «masa», *i. e.*, valor esperado; en la expansión del valor esperado, como se ha mostrado en la [Figura 3](#).
  - **Correlador de loops de Wilson:** Función de correlación entre dos operadores circulares de Wilson. Cuando se considera el correlador de dos loops de Wilson, los parámetros en los que estará el resultado son: la distancia entre loops  $h$ , los radios  $R_1$  y  $R_2$ ; los ángulos  $\chi_1, \chi_2$  y su diferencia  $\gamma = |\chi_1 - \chi_2|$ .
  - **Transición de Gross-Ooguri:** Geométricamente se entiende como la ruptura de la geometría que une los loops descrita por la cuerda fundamental que los une y es parametrizada por  $h, R_1, R_2, \chi_1, \chi_2, \gamma$  y la distancia del primer loop con respecto al defecto,  $L$ .

---

## III. Hipótesis y variables

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis general

Es posible escribir la ecuación de Dyson para el correlador de dos loops de Wilson en presencia de un defecto en la teoría de gauge  $N = 4$  SYM.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

- Es posible mapear la ecuación de Dyson a una ecuación de Schrödinger de la que se puede extraer un potencial para el caso propuesto.
- Es posible tener evidencia de transiciones de fase de Gross-Ooguri en el lado de gauge para la teoría  $N = 4$  con defecto.

### 3.2. Definición conceptual de variables

#### 3.2.1. Variables independientes

- **Teoría de gauge:** Teoría cuántica de campos en  $d$  dimensiones con grupo de simetría de gauge, que posee campos bosónicos escalares y vectoriales, y fermiónicos. Por ejemplo,  $N = 4$   $d = 4$   $SU(N)$  SYM, que holográficamente es la teoría del worldvolume de  $N$  D3-branas en espaciotiempo plano, dual a una teoría de cuerdas particular.

#### 3.2.2. Variables dependientes

- **Transición de Gross-Ooguri:** Representa la transición energética de la geometría que une dos loops de Wilson describiendo su correlador, en la que la configuración energética de dos loops separados es preferida por tener menor energía. Gross y Ooguri [13] la estudiaron para el caso de  $N = 4$  SYM.

### 3.3. Operacionalización de variable

Variable	Dimensión	Indicadores	Índices	Método	Técnica
<b>Independiente:</b> Teoría de gauge N = 4 SYM	Contenido de materia; campos	Constante de acoplamiento; grado del grupo de gauge	Acomplamiento débil/fuerte	Deductivo	Analítica
<b>Dependiente:</b> Transición de fase de Gross-Ooguri	Función de correlación entre dos loops de Wilson	Digramas ladder; valores críticos	Parámetros geométricos de los loops de Wilson	Deductivo	Analítica

---

## IV. Diseño metodológico

### 4.1. Tipo y diseño de investigación

Este proyecto es del tipo básico/teórico, ya que no tiene un aspecto experimental propiamente dicho ni aplicación inmediata. Es del tipo normal, en el sentido kuhniano, porque se lleva a cabo dentro de lo que se conoce como paradigma, es decir, un grupo de reglas, conceptos y procedimientos aceptados por los investigadores de este campo.

Por su naturaleza, este proyecto es del tipo mixto, cuantitativo y cualitativo. Es cuantitativo porque sigue la lógica o razonamiento deductivo: parte de una idea, que se materializa en un problema planteado; el cual, tras una revisión de literatura y marco teórico para una concreta visualización de su alcance, permite elaborar una o varias hipótesis basándose en investigaciones previas. Por otro lado, por la naturaleza de sus datos no numéricos en términos de expresiones matemáticas, de su recolección y análisis, esta investigación tiene un aspecto cualitativo/descriptivo. Pero, al asignar valores numéricos a algunos parámetros, podremos tener una manera de «experimentar» a fin de reforzar nuestras conclusiones.

Estas hipótesis requieren de un plan o diseño concebido a fin de responder al planteamiento del problema. Para propósitos de este proyecto, el diseño es de clase no experimental transversal, puesto que nuestro estudio puramente teórico/matemático parte de un marco particular dado, en el que hacemos cálculos para responder, tras el análisis de las expresiones resultantes, las preguntas planteadas. Podemos ubicarnos, por lo tanto, en la subdivisión transversal descriptiva y analítica [32].

De acuerdo a la Nomenclatura para los campos de las ciencias y la tecnología de la UNESCO, esta investigación tiene como código 221212, de la teoría cuántica de campos, y 229001, de la física teórica de altas energías.

### 4.2. Método de investigación

El método de investigación es axiomático deductivo, puesto que partimos de axiomas sobre los que se sostiene una teoría para deducir formalmente, es decir, matemáticamente, resultados que pueden ser interpretados. La validez de nuestros resultados corresponderá

---

a la coherencia de nuestros procedimientos con respecto a la teoría y sus formalismos.

El proyecto consta de los siguientes pasos:

- Construcción de la teoría con defecto. Definición de los parámetros.
- Definición del loop de Wilson. Elección de las orientaciones.
- Expansión perturbativa del valor esperado del correlador de dos loops de Wilson. Introducción de los vev en la dirección del defecto en la expansión perturbativa.
- Búsqueda de la ecuación de Dyson en la expansión, que permitirá calcular el potencial entre los loops.
- Análisis y búsqueda de los valores críticos que indicarán transiciones de fase del tipo Gross-Ooguri.

### **4.3. Población y muestra**

No aplica

### **4.4. Lugar de estudio**

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional del Callao, Callao, Callao, Perú - trabajo remoto.

### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

Las técnicas a ser empleadas en este proyecto son del tipo analítico, siguiendo métodos matemáticos de teoría de campos. Las expresiones analíticas de la función de correlación permitirán indicar las transiciones de fase buscadas.

En la teoría de gauge  $N = 4$  SYM los cálculos de funciones de correlación se llevan a cabo usando técnicas perturbativas de teoría de campos, i. e., asumiendo que la constante de acoplamiento es pequeña ( $\lambda \ll 1$ ) expandiremos los exponenciales hasta ciertos órdenes que permitirán deducir expresiones aproximadas. Deduciremos una expresión que represente el potencial entre los loops, y de cuyos valores críticos podremos investigar las transiciones de fase de Gross-Ooguri.

---

Los instrumentos que se usarán para recolectar la información necesaria para este proyecto son: artículos científicos y textos especializados (impresos y digitales), discusión con autores, material de escritorio y un computador.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

El análisis y procesamiento de los datos puede entrar en la clasificación manual, dado que, por su naturaleza, este proyecto es teórico/matemático. Se lleva a cabo la expansión del correlador de dos operadores loop de Wilson en la teoría  $N = 4$  SYM con defecto. La presencia del defecto agregará términos a la expansión que no estaban presentes en el correlador sin defecto. Se buscará escribir esta expansión con términos extra como la ecuación de Dyson y como una ecuación similar a la de Schrödinger de la que un potencial permitira´ analizar los valores cr´iticos que indiquen transiciones de fase. Las expresiones serán graficadas, como complemento, en un computador a fin de hacer un análisis detallados de estos punto cr´iticos.

## V. Cronograma de actividades

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	X									X	X	X
Expansión perturbativa del correlador $\langle W(C_1, C_2) \rangle$		X	X									
Introducción del defecto como valores esperados en la expansión del correlador				X	X							
Reescritura de la ecuación de Dyson y cálculo del potencial entre loops						X	X					
Análisis en búsqueda de transiciones de fase								X	X			
Redacción de la tesis										X	X	
Informe final												X



---

## VI. Presupuesto

<b>Partida</b>	<b>Especificaciones de gastos</b>	<b>%</b>	<b>Costo (S/.)</b>
24	Alimentación de personas	30	1800,00
30	Materiales de consumo	40	2400,00
32	Gastos de transporte	30	1800,00
Total		100	6000,00

---

## VII. Referencias bibliográficas

- [1] J.M. Maldacena, *The Large N limit of superconformal field theories and supergravity*, *Int. J. Theor. Phys.* **38** (1999) 1113 [[hep-th/9711200](#)].
- [2] O. Aharony, S.S. Gubser, J.M. Maldacena, H. Ooguri and Y. Oz, *Large N field theories, string theory and gravity*, *Phys. Rept.* **323** (2000) 183 [[hep-th/9905111](#)].
- [3] E. D'Hoker and D.Z. Freedman, *Supersymmetric gauge theories and the AdS/CFT correspondence*, in *Theoretical Advanced Study Institute in Elementary Particle Physics (TASI 2001): Strings, Branes and EXTRA Dimensions*, pp. 3–158, 1, 2002 [[hep-th/0201253](#)].
- [4] H. Nastase, *Introduction to AdS/CFT Correspondence*, Cambridge University Press (2015).
- [5] M. Ammon and J. Erdmenger, *Gauge/Gravity Duality*, Cambridge University Press (2015).
- [6] L. Brink, J.H. Schwarz and J. Scherk, *Supersymmetric Yang-Mills Theories*, *Nucl. Phys. B* **121** (1977) 77
- [7] K.G. Wilson, *Confinement of quarks*, *Phys. Rev. D* **10** (1974) 2445.
- [8] J.M. Maldacena, *Wilson loops in large N field theories*, *Phys. Rev. Lett.* **80** (1998) 4859 [[hep-th/9803002](#)].
- [9] N. Drukker and D.J. Gross, *An Exact prediction of N=4 SUSYM theory for string theory*, *J. Math. Phys.* **42** (2001) 2896 [[hep-th/0010274](#)].
- [10] J.K. Erickson, G.W. Semenoff and K. Zarembo, *Wilson loops in N=4 supersymmetric Yang-Mills theory*, *Nucl. Phys. B* **582** (2000) 155 [[hep-th/0003055](#)].
- [11] V. Pestun, *Localization of gauge theory on a four-sphere and supersymmetric Wilson loops*, *Commun. Math. Phys.* **313** (2012) 71 [[0712.2824](#)].

- 
- [12] K. Zarembo, *Localization and AdS/CFT Correspondence*, *J. Phys. A* **50** (2017) 443011 [[1608.02963](#)].
- [13] D.J. Gross and H. Ooguri, *Aspects of large  $N$  gauge theory dynamics as seen by string theory*, *Phys. Rev. D* **58** (1998) 106002 [[hep-th/9805129](#)].
- [14] D.H. Correa, P. Pisani and A. Rios Fukelman, *Ladder Limit for Correlators of Wilson Loops*, *JHEP* **05** (2018) 168 [[1803.02153](#)].
- [15] D. Correa, P. Pisani, A. Rios Fukelman and K. Zarembo, *Dyson equations for correlators of Wilson loops*, *JHEP* **12** (2018) 100 [[1811.03552](#)].
- [16] J. Aguilera-Damia, D.H. Correa and V.I. Giraldo-Rivera, *Circular Wilson loops in defect Conformal Field Theory*, *JHEP* **03** (2017) 023 [[1612.07991](#)].
- [17] S. Bonansea, S. Davoli, L. Griguolo and D. Seminara, *Circular Wilson loops in defect  $N = 4$  SYM: phase transitions, double-scaling limits and OPE expansions*, *JHEP* **03** (2020) 084 [[1911.07792](#)].
- [18] S. Bonansea and R. Sánchez, *Wilson loops correlators in defect  $N = 4$  SYM*, *Phys. Rev. D* **103** (2021) 046019 [[2011.08838](#)].
- [19] K. Zarembo, *Wilson loop correlator in the AdS/CFT correspondence*, *Phys. Lett. B* **459** (1999) 527 [[hep-th/9904149](#)].
- [20] P. Olesen and K. Zarembo, *Phase transition in Wilson loop correlator from AdS/CFT correspondence*, [[hep-th/0009210](#)].
- [21] K. Zarembo, *String breaking from ladder diagrams in SYM theory*, *JHEP* **03** (2001) 042 [[hep-th/0103058](#)].
- [22] H.A. Benítez, M. Culqui, R. Negrón and F. Villegas, *Soluciones solitónicas e instantónicas en teorías de Yang-Mills*, *Revista de Investigación de Física* **14** (2011) 1
- [23] R. Huamani Chaviguri and F. Villegas Silva, *Simetrías gauge local aplicadas a la física*, *Revista de Investigación de Física* **14** (2011) 1.

- 
- [24] F. Villegas, *Espacio-tiempo Anti-de Sitter (AdS)*, *Revista de Investigación de Física* **22** (2019) 19
- [25] T. Faber, Y. Liu, W. Porod and J. Jones-Pérez, *Revisiting neutrino and sneutrino dark matter in natural SUSY scenarios*, *Phys. Rev. D* **101** (2020) 055029 [[1909.11686](#)].
- [26] J. Masias, N. Cerna-Velazco, J. Jones-Perez and W. Porod, *Resolving a challenging supersymmetric low-scale seesaw scenario at the ILC*, *Phys. Rev. D* **103** (2021) 115028 [[2102.06236](#)].
- [27] A.E. Obispo, F.A. Cruz Neto, A.G. Jirón Vicente and L.B. Castro, *Comment on “Chern-Simons theory and atypical Hall conductivity in the Varma phase”*, *Phys. Rev. B* **102** (2020) 207101 [[2007.05822](#)].
- [28] S.A. Hartnoll and S.P. Kumar, *Higher rank Wilson loops from a matrix model*, *JHEP* **08** (2006) 026 [[hep-th/0605027](#)].
- [29] A. Karch and L. Randall, *Open and closed string interpretation of SUSY CFT's on branes with boundaries*, *JHEP* **06** (2001) 063 [[hep-th/0105132](#)].
- [30] O. DeWolfe, D.Z. Freedman and H. Ooguri, *Holography and defect conformal field theories*, *Phys. Rev. D* **66** (2002) 025009 [[hep-th/0111135](#)].
- [31] N.R. Constable, R.C. Myers and O. Tafjord, *The Noncommutative bion core*, *Phys. Rev. D* **61** (2000) 106009 [[hep-th/9911136](#)].
- [32] R. Sampieri, C. Collado and P. Lucio, *Metodología de la investigación*, McGraw-Hill Education (2014).

## VIII. Apéndices

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Es posible obtener evidencia de las transiciones de fase del tipo de Gross-Ooguri en <math>N = 4</math> SYM con defecto?</li> </ul> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Es posible hacer un análisis perturbativo del correlador de dos loops de Wilson en <math>N = 4</math> SYM con defecto?</li> <li>• ¿Es posible obtener expresión que se asemeje a la ec. de Dyson para el correlador?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducir los loops de Wilson como operadores fundamentales en cualquier teoría de gauge en el contexto de la correspondencia AdS/CFT.</li> <li>• Introducir los loops de Wilson en la teoría de gauge <math>N = 4</math> SYM.</li> <li>• Estudiar el correlador de dos loops de Wilson en <math>N = 4</math> SYM con defecto.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extender el cálculo perturbativo del correlador de dos loops de Wilson en <math>N = 4</math> al caso con defecto.</li> <li>• Organizar los resultados para obtener una ecuación de Dyson.</li> <li>• Buscar valores o condiciones que evidencien cualitativamente transiciones de fase de Gross-Ooguri.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible escribir la ecuación de Dyson para el correlador de dos loops de Wilson en <math>N = 4</math> SYM con defecto.</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible mapear la ecuación de Dyson a una de Schrödinger con potencial.</li> <li>• Es posible tener evidencia de transiciones de fase de Gross-Ooguri.</li> </ul>	<p><b>Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría de gauge <math>N = 4</math> SYM con defecto.</li> </ul> <p><b>Dependiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transición de fase de Gross-Ooguri.</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada y cualitativa.</li> </ul> <p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teórica.</li> </ul> <p><b>Metodología de Investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analítica y deductiva.</li> </ul>